

PHILOSOPHIE
DE L'UNIVERS.
ou
SCIENCE PHILOSOPHIQUE
PHILOSOPHIE
DE L'UNIVERS.

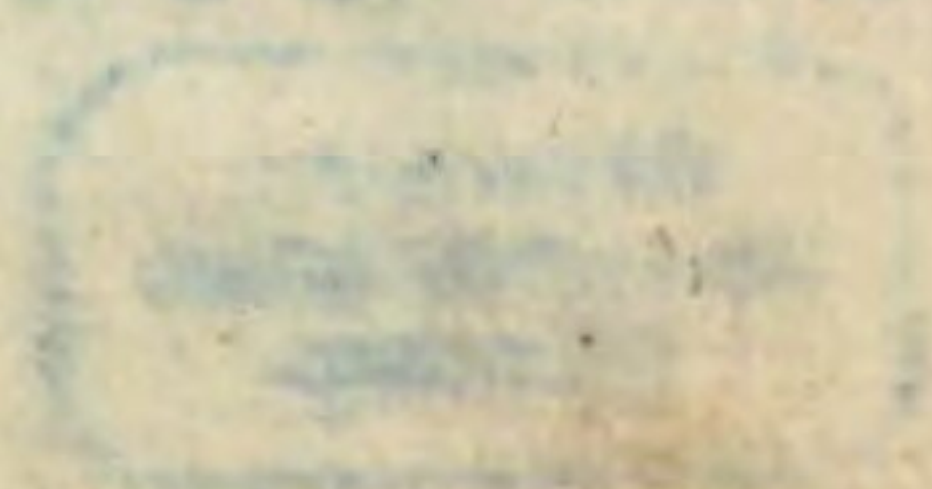
PAR M. VALLON.
PREMIÈRE PARTIE.



A BRUXELLES,

CHEZ JEAN-PAUL FLEUR, Imprimeur - Libraire.

M. DCC. LXXXII.



PHILOSOPHIE

DE L'UNIVERS.

PHILOSOPHIE DE L'UNIVERS,

O U

THÉORIE PHILOSOPHIQUE DE LA NATURE.

La Philosophie est la connoissance des choses par leurs
causes & par leurs effets. *Dict. de l'Acad. Franç.*

Felix qui potuit rerum cognoscere causas.

VIRG. GEORG. LIV. 2.

Par M. VIALLON.

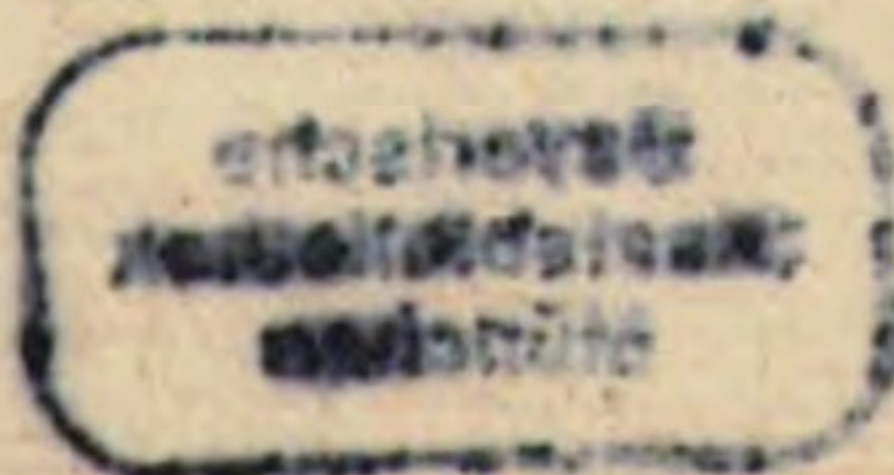
PREMIERE PARTIE.



A BRUXELLES,

Chez EMMANUEL FLON, Imprimeur - Libraire,

M. DCC. LXXXII.



PHILLOSOPHY

DE L'UNIVERS

U=0

THEORETICAL PHILOSOPHY

DE LA NATURE.

THE M. V. L. L. O. N.

PREMIERE PARTIE.

Δ ΕΡΕΥΝΕΣ

W. DEC. XXII

**Bayerische
Staatsbibliothek
München**

P R É F A C E.

QUELLE satisfaction pour l'Homme de pouvoir approfondir les secrets de la Nature , d'étendre ses idées fort au-delà de la sphère de ses sens ; c'est cette pénétration qui le rend si supérieur à tous les êtres qui l'environnent ; il jette un coup-d'œil sur la surface des corps , & il voit leur structure intérieure ; la marche de l'Univers se présente à ses yeux & il en calcule les ressorts , par la pensée il devient , pour ainsi dire , supérieur à lui-même. Mais combien de difficultés ne lui faut-il pas éprouver ? quelles peines n'a-t-il pas à essuyer en avançant dans la carrière des Sciences ? s'il trouve plusieurs solutions données par ceux qui l'ont précédé , les difficultés qui restent sont plus grandes , & d'autant plus grandes que les

génies , qui ont travaillé sur la partie des Sciences qu'il veut traiter , étoient plus élevés; eh ! quelle science a été plus suivie que celle dont je vais parler : les plus illustres génies de chaque siècle ont travaillé sur la Physique & la Métaphysique; parmi les anciens , Socrate , Platon , Epicure , Lucrèce , Sénèque , &c ; parmi les modernes, Descartes , Newton , Leibnitz , Malebranche , Locke , &c. Ces grands hommes ont employé les réflexions les plus profondes & la sagacité du génie la plus grande , cependant tous n'ont pas conduit à la perfection la partie qu'ils ont traité , ils nous ont laissé beaucoup de recherches à faire , & quantité d'explications à donner ; si nous sommes plus heureux qu'eux , à quoi oserions-nous l'attribuer ? Je ne vois que l'avantage du tems , avantage que nous perdrons comme eux & que nous ne pouvons nous flatter

de gagner ou de disputer que par les réflexions.

Tout est lié dans la Nature, tout se tient, tout est dépendant; aussi ne peut-on espérer de solution parfaite qu'autant que l'on considérera son ensemble général, & que l'on verra d'un même coup-d'œil les chaînons qui en lient toutes les parties? Quiconque ne voit pas ce tout, quiconque n'apperçoit pas & l'extrémité de l'Univers, son étendue immense & les parties qui composent le Ciron, qui composent le plus petit corps de la Nature, ne peut se flatter de donner des solutions qui conviennent aux phénomènes, tant généraux que particuliers.

Toutes les Sciences ont une gradation successive, toutes ont eu leur berceau; de-là on les voit croître de siècles en siècles & s'élever à proportion des génies qui les ont illustrées; l'Astronomie fut une

des premières Sciences à laquelle l'homme s'adonna : dès les premiers momens de son existence , il remarqua le mouvement du Soleil , chaque jour ce corps paroissoit rouler sur sa tête ; il déterminâ la durée du jour qu'il divisa en deux parties égales.

Dans l'absence de cet astre , des points brillans dans la voûte céleste n'attirèrent pas moins son attention , même position , même configuration lui firent connoître les Constellations qu'il désigna par des noms différens. Habitant un ciel très-pur (*la Chaldée*) la beauté des nuits lui fit observer ces astres. Couché le plus souvent sans toit , à quelque heure de la nuit qu'il s'éveilla , ces astres se présentoient à ses yeux ; ceux qui étoient mobiles ne purent lui échapper ; de-là la découverte des planètes : il observa leur mouvement , d'Etoiles fixes en Etoiles fixes , il le con-

P R É F A C E. 5

nut régulier & détermina à-peu-près le tems de leurs révolutions.

Les révolutions successives & régulières de ces astres confirmèrent de plus en plus ses premières observations , il chercha à les expliquer ; bien éloigné de croire la Terre mobile , il fit circuler sur sa tête le Soleil , la Lune & tous les astres qui disparoissoient chaque jour , & leur supposa un mouvement général d'Orient en Occident : telles étoient à-peu-près les connoissances de l'Astronomie dans les premiers siècles de la Grèce. Cependant il réfléchit sur la rapidité du mouvement qu'il faut supposer à ces astres en 24 heures , il voit que la terre tournant sur elle-même dans le même-tems , donneroit une explication naturelle de tout le mouvement général apparent d'Orient en Occident. Tel fut le système de Pythagore. Les guerres continuelles de la Grè-

ce , celles des Romains firent presque oublier les Sciences , & toutes ces hypothèses s'évanouirent : Ptolomée ressuscitant l'Astronomie , persuadé que la Terre ne pouvoit tourner , imagina la sphère armillaire , & plaça la terre au centre & immobile , pendant que tous les astres circuloient autour d'elle dans des cercles concentriques ; cette hypothèse se soutint pendant bien des siècles.

Copernic parut ; né dans un siècle plein de préjugés , frappé du miracle de Josué qui , dit l'Ecriture , commanda au Soleil de s'arrêter , & *stetit* , il n'ose douter , cependant il observe , il réfléchit , il ôte la Terre du centre , il y place le Soleil , & fait circuler cette planète autour de cet astre en un an , pendant qu'elle tourne sur elle-même en 24 heures ; il place entre le Soleil & cette planète , Mercure , Vénus , & au-dessus

d'elle Mars , Jupiter , Saturne , & trouve une conformité avec les observations , qui lui assure la vérité de son système. L'homme toujours inquiet dans ses pensées & frappé de nouveau de l'Ecriture-sainte , qui jamais n'a voulu nous instruire des secrets de la Nature , *tradidit mundum disputationi eorum* , doute encore , fait circuler autour d'elle la Lune , au-dessus le Soleil emportant avec lui Mercure , Vénus ; & Mars , Jupiter , Saturne dont les trois orbites embrassoient la Terre. Les Astronomes font de nouvelles observations ; Galilée reconnoît la vérité du système de Copernic , & il est sur le point d'être la victime de l'ignorance & des préjugés de son siècle. Enfin , après bien des hypothèses renversées & soutenues alternativement , celle de Copernic reste seule , expliquant les mouvemens des corps célestes avec cette simplicité qui convient à la Nature & à toutes ses loix. A 4

Ce n'étoit pas assez que de connoître le cours des astres, depuis long-tems l'on avoit voulu les expliquer, l'on supposoit un troisième Ciel, qui faisoit mouvoir un second & celui-ci un premier. L'on se formoit une idée de la Méchanique du monde par celle d'ici bas : le défaut de connoissance des loix du mouvement dispensoit de toute objection ; cependant un Prince plus éclairé auquel on présenta une pareille sphère, ne put s'empêcher de dire que s'il eût été appelé à la création, il eût fait un monde plus simple ; paroles qui ne doivent être prises que par rapport à ceux qui avoient construit la sphère qu'on lui présentoit, car il eut été insensé de prétendre donner des conseils à l'Etre suprême.

Ces sphères restèrent compliquées pendant très-longtems, lorsque Descartes dont le génie embrassoit tout, vit bientôt que ce n'étoit pas là une représenta-

tion des œuvres de la Nature. Il réfléchit sur le mouvement de tous les corps célestes qui s'exécute en un même sens, il voit qu'entre les parties de la matière il y en a de plus grossières les unes que les autres, il imagine un mouvement en tourbillon donné à toutes ces matières. La force du tourbillon porte les matières les plus grossières vers son centre, les y tient réunies : plusieurs tourbillons se forment du plus grand, d'où résultent les différens corps célestes ; ainsi, en même-tems que la Lune gravite vers la Terre par la force du tourbillon de cette planète, ces corps gravitent l'un & l'autre vers le Soleil par la force de celui de cet astre.

Au premier coup-d'œil il semble que l'on voit circuler ces corps. Rien ne paroît plus facile à concevoir que ces tourbillons ; le vent, l'eau, nous en présentent quelquefois de semblables qui repoussent

vers leurs axes & comme vers leurs centres les corps qu'ils rencontrent , & nous croyons voir ce qui se passe dans l'Univers. C'est bien différent lorsque l'on examine cette hypothèse , l'on trouve des contradictions qu'il est impossible de concilier avec les loix du mouvement : l'on ne peut expliquer la pesanteur des corps sur les pôles , ni aucune des loix de Kepler ; en un mot on trouve cette hypothèse contraire , tant aux loix de la Physique , qu'aux phénomènes dont elle doit rendre raison.

Ce système cependant a régné pendant long-tems , faute apparemment d'un génie qui pût en voir les défauts , & le renverser. Ce génie parut , Newton aidé des fautes & des lumières de Descartes , ose détruire son système , & il en forme un , fondé sur les observations. Il voit que les corps célestes tendent les uns vers les autres , il imagine qu'il peut y avoir

une attraction mutuelle entre toutes les parties de la matière , & sans s'arrêter à deviner la cause de cette attraction , il fonde son système & établit pour principe le fait d'une attraction ou d'une pesanteur mutuelle entre tous les corps célestes ; cherchant ensuite en quelle raison doit agir cette attraction , il trouve que c'est en raison doublée inverse de la distance. Mais plus un corps a de masse , plus il a de parties , & plus aussi il doit avoir d'attraction. L'attraction d'un corps quelconque doit donc agir en raison doublée inverse de la distance & en raison de la masse de ce corps. Ce grand homme a fait une si belle application de cette hypothèse aux différens phénomènes célestes , que l'on ne reconnoît pas aujourd'hui d'autre loi dans l'Univers pour expliquer les mouvemens des corps célestes.

Il faut remarquer que nous ne parlons

ici de l'attraction que comme d'une pesanteur mutuelle, & que nous n'accordons à la matière aucune force attractive ; cependant beaucoup de Savans de nos jours prétendent qu'elle existe réellement, ils ont même voulu expliquer quantité de phénomènes & en particulier la solidité des corps par cette attraction : je suis bien éloigné de penser comme eux & de la regarder comme un principe inhérent à la matière, je la considère telle que M. Newton l'a donnée, c'est-à-dire, comme un nom qui désigne la pesanteur mutuelle que l'on voit régner entre tous les corps célestes : mais comme ce Philosophe ne l'a considérée que métaphysiquement, je vais chercher dans cet Ouvrage quelle peut être la cause physique d'un tel phénomène, en même-tems que je ferai connoître la nature des Corps des trois règnes. Je diviserai cet Ouvrage en quatre Parties,

La première traitera de la nature des Corps en général , & particulièrement de celle du Règne Minéral , des matières tant solides , fluides , qu'élastiques que nous pouvons connoître & qui sont répandues dans l'Univers ; l'on verra quelle est la cause du Magnétisme , quelle peut être le principe de la gravitation des Corps célestes entr'eux , & de celle des Corps d'ici bas ; & enfin , comment les Corps célestes ont pu prendre l'ordre & l'arrangement qu'on leur connoît. Nous finirons cette Partie par l'explication des pesanteurs particulières des Corps & principalement de celle des Métaux , & par l'analyse des substances qui servent à la composition & à la décomposition des Corps.

Dans la seconde Partie , je parlerai des Végétaux , de leur nutrition , des différences que l'on remarque dans leurs espèces , &c.

La troisième traitera des Animaux , de leurs mouvemens , de leur propagation , & enfin de leurs facultés en général. Nous terminerons cette Partie par la considération des facultés intellectuelles de l'Homme.

Dans la quatrième & dernière Partie reconnoissant comme tout Etre raisonnable un Dieu Auteur & Créateur , nous admirerons ses attributs & nous parcourrons les effets de sa Toute-Puissance & de sa bonté. Je me propose bien d'autres recherches , dont il est inutile de parler pour le présent.

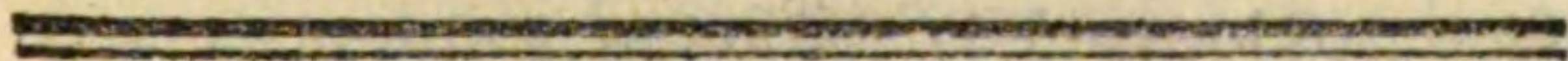
Voilà bien des objets en peu de mots. Puis-je me flatter de les remplir ? Et devrois-je l'entreprendre , si je ne comptois sur l'indulgence de mes Lecteurs ?



THÉORIE PHILOSOPHIQUE DE LA NATURE.



PREMIERE PARTIE.



CHAPITRE PREMIER.

De la nature des Corps.

LA Science qui considère les Corps , qui en examine la nature & les différentes propriétés, est la Physique. D'après les connoissances que l'on a aujourd'hui de cette Science, il paroît

téméraire d'entreprendre un Ouvrage tel que celui-ci, il faudroit attendre le résultat des expériences qui se font journellement & qui procurent les découvertes les plus utiles; mais combien de tems ne faut-il pas, avant que la Physique puisse être connue par cette voie, autant qu'il seroit nécessaire? Ne peut-on pas abrégér ce tems, en employant les réflexions fondées sur les expériences déjà connues, & rendre cette Science plutôt & même peut-être généralement plus utile dans les Arts? Car connoissant une fois la forme, la figure & la grosseur des parties des Corps, leur nature enfin; & l'on ne peut y parvenir que par la réflexion, on mélangeroit ces parties & on les combineroit, non plus au hasard, mais suivant l'emploi que l'on désireroit en faire. Ce sera même toujours à la réflexion à suppléer aux expériences, car jamais l'on ne pourra se flatter d'en avoir un assez grand nombre pour expliquer les différens phénomènes physiques; il faudra toujours en venir là. Commençons, espérant que d'autres plus éclairés rectifieront nos idées. Je désire seulement que l'on me fasse gré de ne m'être pas rebuté à la vue d'une pareille entreprise.

Les premiers objets qui nous frappent dans
la

la Physique , ce sont les Corps ; dans notre enfance nous cherchons à les toucher , à les connoître ; plus âgés nous en prenons les dimensions à l'aide de la Géométrie qui considère leur longueur , largeur & profondeur , ainsi que les différentes figures dont ils peuvent être susceptibles. L'Arithmétique sert à combiner les résultats de ces dimensions , & l'Algèbre à mesurer les vîteses des Corps , leurs chocs & leurs différens mouvemens : pour suivre la Physique , il faut donc connoître les Mathématiques.

La Chimie n'est pas moins nécessaire à la Physique , c'est elle qui peut nous assurer la connoissance des qualités des Corps , telles que la solidité , la dureté , la mollesse , l'élasticité , &c. & qui peut nous prouver la justesse de nos réflexions. Cette Science a été abandonnée pendant long-tems à une classe d'hommes qu'un vain espoir ne cessoit de flatter ; mais aujourd'hui l'on a reconnu son utilité dans la Physique , & quantité de Savans emploient leur tems & leurs lumières à l'approfondir.

L'on me demandera peut-être pourquoi la Physique a été si long-tems dans l'enfance ; je pourrois dire que nous en sommes redevables aux Ecoles de Pythagore , de Platon , à la

Scholastique des derniers siècles , qui ne formoient le plus souvent que des disputes de mots , & qui avoient des principes sacrés dont il ne falloit pas s'aviser de douter. Descartes , heureux génie , autant au-dessus de son siècle , que des préjugés , osa douter , il franchit l'espace immense qu'il y avoit des ténèbres à la lumière , & fit voir une nouvelle Physique & des nouvelles Sciences ; il se trompa , il est vrai , dans quelques parties , mais il indiqua des voies qui pouvoient conduire à la vérité.

La Physique n'a pas seulement rapport à la Géométrie , à la Chimie , mais encore à la Méchanique , considérant les effets des mouvemens des Corps , & à l'Astronomie , les observations étant nécessaires pour connoître l'ordre & l'arrangement des Corps célestes , & pour en calculer les mouvemens ; en un mot elle renferme dans ses recherches tous les Arts & Métiers , la Musique , la Peinture , la Sculpture , la Médecine , la Chirurgie , & toutes les Sciences qui ont rapport aux Corps.

Il faut donc en éloigner tout ce qui est purement spéculatif , comme la Métaphysique , la Morale & toutes les autres Sciences du même genre ; il faut en éloigner toute cause occulte , comme *sympathie* , *antipathie* , les qua-

lités occultes des anciens Philosophes , celles des Modernes , comme *l'attraction* modifiée de quelque manière que ce soit. Une hypothèse , si elle est purement spéculative n'est point Physique , & dès-lors elle doit être rejetée ; & une hypothèse pour être physique doit avoir les Corps ou la matière & pour principe & pour objet immédiat. L'attraction ne peut donc être une hypothèse physique : je la regarde comme Métaphysique , & dès-lors elle doit être rejetée de l'explication des phénomènes physiques.

Mais , me dira-t-on , pourquoi l'attraction ne feroit-elle pas comme cette propriété qu'a tout corps de continuer le mouvement qu'on lui a une fois communiqué ? Je réponds que cette propriété n'est inhérente à la matière , qu'en tant que la matière elle-même a de l'inertie , comme on le verra bientôt ; mais cette inertie , que tout le monde avoue , loin de favoriser l'attraction , lui est au contraire opposée , puisque l'on sait qu'elle détermine de sa nature tous les Corps au repos , elle les conserve aussi dans le mouvement , mouvement communiqué par une force quelconque , autrement le Corps resteroit toujours dans le repos. L'attraction pareillement , ne peut avoir lieu sans

une cause physique qui fasse vaincre à la matière son inertie : quelle sera cette force ? Si elle est extérieure ce ne sera pas une attraction, mais une impulsion , & si elle part du centre de chaque partie de la matière , comment cela seroit-il possible ? Il faudroit des rayons qui partant du centre de ces parties se dirigeassent & se répandissent très-loin & jusqu'au Soleil , savoir , à 33,000,000 de lieues ; ainsi chaque partie enverroit des rayons jusqu'à cette distance , ou il faudroit que ces rayons s'allongeaient , pour ainsi dire , par la réunion de ces parties , de même que deux bougies dont on réunit les lumières ; comparaison trop grossière pour une idée aussi abstraite que l'attraction ; d'un autre côté qui peut croire qu'une très-petite partie de matière attire à 33 millions de lieues & bien plus loin , si l'on considère l'attraction de Saturne vers le Soleil , savoir dix fois plus loin & 14 fois plus que cette dernière distance pour les Comètes ; il faut avouer qu'il est bien difficile d'admettre une cause physique de l'attraction de chaque partie de la matière. L'on admettra peut-être une volonté , dès-lors cette volonté attirera en raison doublée inverse de la distance , elle variera suivant les Corps , & elle sera toujours très-conf-

tante dans le même corps : qui ne voit qu'une pareille hypothèse est une chimère & qu'elle ne diffère aucunement des qualités occultes des anciens ? Elle doit donc être rejetée.

L'on peut employer le mot d'attraction, comme commode pour exprimer la pesanteur mutuelle des Corps célestes, mais elle doit être absolument rejetée lorsqu'il s'agit de l'explication des causes physiques de la Nature ; & on ne doit pas imiter ces Physiciens qui reconnoissent l'attraction comme principe de l'ascension de l'eau & des liqueurs dans les tubes capillaires, comme agent de la dureté, de la solidité des Corps, & on doit même en bannir le nom qui ne donne qu'une idée abstraite & bien éloignée de la cause physique qui produit ces phénomènes.

Un Auteur dit dans un des corollaires d'une Préface que lorsqu'en Physique on en vient à une loi générale de la Nature, l'on ne peut sans se déshonorer demander la cause de cette loi : l'on voit bien que c'est un Newtonien qui parle & qui veut sauver l'attraction.

Au corollaire suivant, il dit : Si l'attraction est une loi générale de la Nature, Newton n'a pas dû en assigner la cause. Quelle conséquence ? Certainement si Newton avoit pû donner

la raison de cette loi, il l'auroit fait, puisque nous savons qu'il a fait sur ce point quelques tentatives.

Pour moi je ne reconnois pour principe & pour agent général des Corps que la matière divisée en deux espèces, l'une solide & l'autre élastique : c'est ce que l'on va voir dans le Chapitre suivant.



CHAPITRE II.

De la Matière.

Nous ne connoissons la matière que par les trois dimensions qui la constituent, longueur, largeur & profondeur. Car pour déterminer ce qu'elle est, ce qui constitue son essence, il faudroit savoir comment elle été créée, formée, & si elle a seulement pris un arrangement à la formation de l'Univers; ce qu'elle étoit auparavant: l'on ne peut douter qu'elle n'ait été créée; car de deux choses l'une, ou elle a été créée, ou elle s'est créée elle-même; dans ce dernier cas elle est un Etre suprême: dès-lors elle doit penser, dès-lors il faut accorder une toute-puissance infinie à la plus petite partie de la matière, & autant de puissance qu'à la matière prise en total; il faut que ses parties dépendent les unes des autres & se commandent mutuellement: il faut enfin que nous accordions une puissance infinie à la plus petite partie de notre Corps, nous qui en avons une si limitée. Qui ne voit l'absurdité d'une

pareille hypothèse. La matière a évidemment été créée & doit reconnoître un Etre suprême; mais accordons pour un instant aux Matérialistes que cet Etre soit la matière, ils ne peuvent lui refuser la Toute-puissance & une intelligence infinie; cet Etre qui les a créés peut donc les former de nouveau, & ils n'en feront pas plus avancés quant au moral: dira-t-on avec les Epicuriens que tout s'est formé au hasard? Mais quel Etre raisonnable peut soutenir une telle assertion?

Si la création nous paroît inconcevable, attribuons-le à la foiblesse de notre pénétration, qui ne peut aller jusque-là, à la foiblesse de nos idées qui ne peuvent s'étendre si loin (ce que je me propose d'examiner par la suite.) Un Sauvage qui voit une montre pour la première fois est fort étonné du mouvement de cette montre, & de la régularité de sa marche, il a peine à croire qu'un homme l'ait faite; il pourra même le nier, & l'Européen présent se moquera certainement de lui. Serions-nous plus raisonnables de croire que la matière n'eut pas été créée? Pour peu que l'on veuille penser, on ne peut s'empêcher de reconnoître un être supérieur qui l'a créée, pétrie, formée, & qui peut l'anéantir.

Nous ne pouvons nier que la matière ne puisse être anéantie , parce que nous ne savons pas en quoi consiste l'idée matérielle que nous lui attribuons. Ce sont nos sens qui nous la représentent telle , & parce que nous voyons qu'elle a longueur , largeur & profondeur , nous ne pouvons croire qu'elle ne puisse cesser d'être ; mais ne sachant aucunement comment elle a commencé à exister , comment elle a été créée , ce qu'elle est maintenant , ce qu'elle peut être par la suite ; nous devons laisser sa création , son existence actuelle & sa fin à la toute-puissance du Créateur & à sa sagesse éternelle que tout être raisonnable doit reconnoître.

Rien de plus certain que l'existence de la matière , nous en avons la preuve à chaque instant , nous pouvons la diviser , mais quelque division que nous fassions les résidus sont toujours sensibles , il ne nous seroit pas même possible de parvenir à des êtres non étendus , comme le prétend Léibnitz ; pour le voir , rapportons les termes de M. Sigorgne sur ce système , *Institutions de Physique* , chapitre 7 , page 131.

« Tous les Corps , dit-il , sont étendus en
» longueur , largeur & profondeur ; or comme
» rien n'existe sans une raison suffisante , il

» faut que cette étendue ait sa raison suffisante
» par laquelle on puisse comprendre comment
» & pourquoi elle est possible. Car de dire
» qu'il y a de l'étendue parce qu'il y a de
» petites parties étendues, ce n'est rien dire,
» puisque l'on fera le même raisonnement sur
» ces petites parties que sur le tout, & que
» l'on demandera la raison suffisante de leur
» étendue : or comme la raison suffisante obli-
» ge d'alléguer quelque chose qui ne soit pas
» la même que celle dont on demande la rai-
» son, puisque sans cela on ne donne point de
» raison suffisante & que la question demeure
» toujours la même ; si l'on veut satisfaire au
» principe sur l'origine de l'étendue, il faut en
» venir à quelque chose de non étendu & qui
» n'ait point de parties, pour rendre raison de
» ce qui est étendu & qui a des parties. Or
» un être non étendu & sans parties, est un
» être simple : donc les composés, les êtres
» étendus existent, puisqu'il y a des êtres
» simples. »

Je n'attaquerai pas ce raisonnement fondé
sur la raison suffisante, je me contenterai de
faire voir le faux de ce système établi sur les
êtres non étendus.

Un être non étendu est, non pas celui qui

n'a pas de parties seulement, mais celui qui n'a ni longueur, ni largeur, ni profondeur & la matière est un être qui a ces trois dimensions ; si ces dimensions s'évanouissoient, elle cesseroit d'être matière, & elle seroit réduite au *nihilum* : son dernier reste doit donc toujours être sensible, & par conséquent il doit avoir de l'étendue ; donc les êtres simples de Léibnitz qui sont des êtres non étendus ne peuvent exister comme matière, ils ne sont que des points métaphysiques & pas même géométriques, car je trouve une différence entr'eux. Le point géométrique est positif ; puisque nous concevons qu'un nombre de points, quel qu'il soit, forme une ligne, une courbe, qui existent réellement ; tandis qu'un point métaphysique est un point seulement conçu & tel que le sont les êtres non étendus, ou simples de Léibnitz.

Les êtres étendus ne peuvent avoir d'autres principes que des êtres étendus ; ceux qui composent la matière doivent être ainsi étendus en longueur, largeur & profondeur, autrement la matière ne seroit rien d'existant, & ils doivent avoir de l'inertie, puisque nous savons que le total en a ; la matière est donc un être étendu, & qui a de l'inertie, de même que chacune

de ses parties ; en vertu de laquelle inertie , elle conserve le repos , qui est l'état d'un corps qui n'est sollicité à se mouvoir d'aucun côté.

Le mouvement est un état opposé au repos , c'est donc celui d'un corps qui est , ou qui a été sollicité à se mouvoir d'un côté quelconque : or par la même raison qu'il fût resté dans le repos , si aucune force ne le lui eut ôté , il doit rester dans le mouvement jusqu'à ce qu'une force égale & contraire le lui ôte ; ainsi tout corps est déterminé de sa nature à rester dans l'état où il est.

L'inertie est commune à toute matière , soit solide , soit élastique ; l'une & l'autre auront donc le même avantage de conserver le repos , ou le mouvement ; mais sont-elles de même nature ? Et toute la différence que l'on remarque entre les parties des corps & les particules de l'air , vient-elle de leur composition ? Nous n'avons l'idée de la solidité que parce que les corps que nous touchons résistent à la pression ; ils résistent parce que ces corps sont composés de très-petites parties qui se touchent & s'appuient les unes contre les autres ; ces parties sont composées de matière pétrie , pour ainsi dire , & réunies en petites masses qui ne peuvent céder à la pression ; comment pour-

roient - elles être pliées sur elles - mêmes ? Toute leur substance composante se touche : cela est différent pour les particules élastiques , leur substance ne se touche que dans les points qui forment leurs filamens ; cette substance liée de sa nature & ayant un nombre prodigieux de pores , pourra se plier sur elle-même , ce qui n'arrive point à la matière solide dont toutes les parties sont remplies. Ainsi l'une étendue , allongée , très-mince , sera élastique , pendant que l'autre réunie en petits corps fera solide. Les substances de ces deux matières peuvent donc être de même nature & ne différer que par leur composition. La solidité de l'une lui donne une très-grande quantité de matière en comparaison de l'autre ; delà les Corps composés de la première peuvent se mouvoir dans les fluides composés de particules de la seconde. Ainsi je ne vois dans la Nature qu'une seule matière que je divise en deux espèces avec lesquelles tous les Corps sont composés & nous font voir leurs différentes propriétés , qualités , &c. examinons-les chacune en particulier.

1°. La matière solide est celle qui compose pour ainsi dire la charpente des Corps , c'est celle qui réduite à n'avoir plus aucun pore est

regardée comme parfaitement solide. Les Corps sont divisibles pour nous jusqu'à un certain point, la Chimie nous fait voir ces dernières divisions ; comme ils ont de l'étendue, nous pouvons les concevoir divisibles à l'infini ; mais physiquement cela n'est pas possible, du moins pour nous, cette division n'appartient qu'à l'Etre suprême.

Elle a très-sensiblement les trois dimensions, mais ces trois dimensions varient ; parmi ses parties les unes ont plus de longueur, d'autres plus de largeur, d'autres, enfin, plus de profondeur. Or ce sont ces dimensions variées qui, comme on le verra, donnent toutes les différentes solidités des Corps, leur forme, & leur configuration. Parcourons-les un instant.

L'on fait qu'une surface ne peut être terminée par moins de trois lignes ou trois côtés ; mais elle peut l'être par quatre, par cinq côtés, &c. & jusqu'à l'infini ; cette surface est alors un cercle ou toute autre figure terminée par une ligne courbe.

Un Corps ne peut être terminé par moins de quatre surfaces, & il l'est souvent par un très-grand nombre. La pyramide tétraèdre terminée par quatre surfaces est le Corps le plus simple de la Nature ; ses côtés sont des triangles égaux

& équilatéraux. Huit de ces triangles forment l'octaèdre , vingt l'icosaèdre , six quarrés égaux donnent l'exaèdre ou le cube. Et douze pentagones égaux & réguliers donnent le dodécaèdre. Ce sont les seuls corps réguliers que connoît la Géométrie dont les surfaces sont terminées par des polygones réguliers égaux & semblables , il y en a un nombre infini terminé par des faces irrégulières , comme de 5 , 7 , 9 , 10 , 11 , 13 , 14 , &c. cotés jusques à la sphère qui l'est par un nombre infini & dont tous les côtés étant semblables & égaux doivent la faire regarder comme un sixième Corps régulier.

La variation des faces de ces Corps , à laquelle il faut joindre celle qui provient de leurs grosseurs , peut nous donner une idée des différences qui doivent résulter de leurs composés. Que l'on désigne seulement 24 de ces parties par les lettres de l'alphabet , elles pourront évidemment donner autant de composés différens que ces lettres dans les combinaisons des noms ; que seroit-ce donc si l'on considéroit les variations de toutes ces parties , que nous pouvons croire d'un nombre presque infini. Je ne doute pas que l'on n'en voie résulter les différens Corps des trois Régnes de la Nature , ainsi que leurs diverses propriétés ,

telles que l'élasticité, la mollesse, la dureté, &c. produites d'ailleurs par la matière élastique, comme on le verra.

2°. Celle-ci compose tous les fluides élastiques dont les particules sont capables de se reproduire d'elles-mêmes après leur pression, comme celles de l'air, de la lumière, du feu, &c. ces particules sont élastiques par elles-mêmes, elles ne peuvent l'être comme les ressorts, dont l'élasticité est produite par un fluide élastique : car il faudroit recourir à un fluide plus petit pour expliquer l'élasticité d'un plus grossier, ce qui iroit à l'infini, & aucun Corps ne pourroit se mouvoir dans leur milieu. Ces particules sont donc élastiques de leur nature, & doivent être composées de filamens capables de se plier & de reprendre leur première forme.

Ces filamens seront liés les uns aux autres par la Nature qui les a créés, s'ils sont disposés de manière qu'ils forment des quarrés en tout sens, comme on le voit (*fig. 1,*) ils seront compressibles jusqu'à ce qu'ils soient réunis comme dans la figure 2 ; ils ne pourront l'être au-delà, parce que la matière composante a aussi de la solidité, puisqu'elle a de l'inertie ; abandonnés à eux-mêmes, ils se rétabliront comme dans la figure 1, comprimés
en

en tout sens ils seront semblables à la figure 3. L'on peut se former une idée de la dilatabilité & de la pression de ces particules par une bourse faite de filets ; l'on est étonné de voir qu'une matière si grossière prête autant & se rétrécit si considérablement.

Les filamens qui composent les particules des fluides élastiques peuvent être disposés régulièrement, non-seulement en quarré en tout sens , mais en triangle , en octogone , en pentagone , & en un mot en des formes & des figures très-différentes ; de là les intervalles ou les pores qu'ils formeront seront semblables ou à des cubes , ou à des pyramides , ou à des dodécagones , &c. ces pores pourront être égaux , & semblables dans toute l'étendue de la particule d'un fluide , tant à son centre qu'à sa surface , ou plus petits au centre qu'à la surface , augmentant par gradation ; ces particules elles-mêmes peuvent être sphériques ou quadrangulaires , dodécaèdres , &c. il est facile de se représenter les variations de ces formes , & les combinaisons de leurs pores , après ce que nous venons de dire de la matière solide.

Ces filamens élastiques peuvent être composés de filamens plus petits élastiques , & ceux-ci de plus petits encore ; cette composition

donnera la facilité aux premiers filamens de se plier sur eux-mêmes , de même que l'on voit un fil de laine se retirer sur lui-même après avoir été tendu.

Mais quelle est cette élasticité en elle-même ? Pourquoi ces filamens sont-ils élastiques ? Pourquoi les particules qu'ils composent reprennent-elles leur première forme après avoir été comprimées ? La décision de cette question tient à la matière elle-même , c'est-à-dire , qu'il faudroit savoir pourquoi la matière a de l'inertie , pourquoi elle tombe sous nos sens , pourquoi il en existe de solide , pourquoi enfin , du néant que nous concevons , il en a pû résulter des êtres existans , déterminés au repos & au mouvement une fois communiqué. Toutes questions qui tiennent à la connoissance du pouvoir & de la toute-puissance du Créateur , & qui nous éloignent trop de notre sujet. Dirai-je , suivant le principe des Newtoniens , que toute la matière s'attirant elle-même , les filamens peuvent être composés de petites parties réunies par une attraction mutuelle qui facilite leur élasticité ? dans ce cas il faudroit que l'attraction fût bien forte pour tenir ces parties réunies , lorsque le feu est dans la plus grande agitation , comme il l'est sur le soleil. L'on me

dira que l'attraction est infinie au point de contact ; je l'accorde : mais elle est de même infinie au point de contact pour toute autre partie, & comme elle est de plus en raison des masses, si l'attraction des filamens composés de parties d'une petitesse extrême est si considérable, que devroit être l'attraction des Corps d'ici bas que nous décomposons avec tant de facilité, & qui sont des masses énormes en comparaison des parties précédentes ? Il n'est donc pas également avantageux d'admettre l'attraction pour les unes & les autres parties, & elle doit être rejetée de l'une ou de l'autre, & même des deux, comme on l'a dit ci-dessus. D'ailleurs l'on demandera qu'elle est cette attraction en elle-même, comment elle peut agir ? Pour moi je pense que ces filamens ont été formés d'une matière qui est élastique par elle-même ; ces filamens sont remplis de pores qui leur laissent la facilité de se plier sur eux-mêmes, ce que ne peut faire la matière solide. Celle-ci est la charpente des corps, pendant que la seconde en est l'ame.

Cette dernière compose seule les fluides élastiques, tels que l'air, la lumière, le feu, &c. L'air est un fluide particulier qui environne la Terre, & vraisemblablement la plupart des Corps célestes ; la lumière & le feu, sont deux

fluides généralement répandus dans la Nature. L'on verra que cette matière compose encore un autre fluide qui est le fluide magnétique également répandu par-tout. Je ne reconnois que trois fluides généraux, la lumière, le feu, & le fluide magnétique, auxquels joignant l'air, pendant que la matière solide compose les Corps, l'on aura les principes de toutes les matières qui servent à l'ordre & à l'arrangement de l'Univers. Voyons les effets que peuvent produire ces deux espèces de matière, tant en particulier que dans leurs combinaisons.

LEMME PREMIER.

Les Corps sphériques réunis, de quelques diamètres qu'ils soient, laissent toujours des intervalles entr'eux.

L'ON prouve en Géométrie que le quarré, le triangle & l'exagone remplissent seuls exactement l'espace autour d'un point ; tous les autres polygones d'un plus grand nombre de côtés laissent des intervalles entr'eux, & des intervalles d'autant plus grands que le nombre de côtés l'est davantage. Le polygone d'un nombre infini de côtés ou le cercle est donc celui qui laisse les plus grands intervalles.

De même les Corps terminés par des quarrés & dont les angles sont réguliers, tels que le cube, ceux qui sont terminés par des triangles, comme le tétraèdre, l'octaèdre & l'icosaèdre, ou par des pentagones, comme le dodécaèdre, occupent tout l'espace autour d'eux dans leur assemblage; mais tous les autres Corps terminés par un plus grand nombre de côtés, & par des polygones différens laissent toujours des intervalles, & des intervalles d'autant plus grands que le nombre de côtés l'est davantage. Les Corps sphériques terminés par un nombre infini de côtés laisseront donc les plus grands intervalles; ces Corps sphériques étant semblables, quels que soient leurs diamètres, ils laisseront de même des espaces vuides entr'eux; enfin, si l'on réunit des Corps sphériques de diamètres différens, de manière qu'ils soient dans les intervalles les uns des autres, ils laisseront toujours des vuides entr'eux; ces espaces vuides deviendront plus petits à proportion du nombre de ces Corps: ils seroient donc infiniment petits si le nombre de ces Corps étoit infini.

Si ces Corps au lieu d'être solides étoient élastiques, le même effet résulteroit de leur réunion. J'examinerai cette porosité plus au long dans un Chapitre particulier. Ce Lemme

suffit pour faire appercevoir les ressources que la Nature peut s'être données par les formes, les figures & les grosseurs des parties composantes des Corps, tant dans les solides, que dans les fluides & dans les fluides élastiques.



CHAPITRE III.

De l'Air.

CET élément est fluide , la facilité avec laquelle il se meut , avec laquelle il reprend son équilibre , le peu de résistance qu'il oppose à tous nos mouvemens , à ceux des Oiseaux , des Insectes , en est une preuve.

Il est pesant , puisqu'il élève le mercure dans le Baromètre & l'eau dans les Pompes.

Il est élastique ; si on le comprime , il fait effort pour se dilater. C'est par cette propriété qu'il produit les phénomènes les plus funestes à l'homme dans les instrumens à feu , dans les tremblemens de terre , dont il est l'agent , conjointement avec l'eau & le feu. Il est capable d'une très-grande dilatation , puisque l'on fait , par M. Boyle , qu'il peut occuper un espace 13679 fois plus grand que dans son état naturel. Il peut être comprimé beaucoup plus qu'il ne l'est dans cet état , & l'on estime à près d'un million la différence de sa plus grande pression à sa plus grande dilatation. L'on fait par l'ex-

périence du Puis de Dôme , que c'est sa pesanteur vers la Terre qui le tient dans cet état de pression. Cette expérience prouve en même-tems qu'il n'est pas généralement répandu dans l'Univers comme la lumière : on lui donne communément 20 à 30 lieues d'élévation au-dessus de la Terre ; il n'approche pas à beaucoup près de la Lune , estimée à 86,324 lieues de nous.

L'Air est-il homogène ou hétérogène ? C'est-à-dire , ses particules , sans être de différente nature , sont-elles ou égales ou d'une grosseur différente ? Bien des Physiciens ont été partagés de sentiment à cet égard. M. Newton a découvert que la lumière étoit hétérogène. M. de Mairan croyant voir une analogie entre la propagation des sons & celle des couleurs , pensa que l'air pouvoit être de même hétérogène ; mais l'explication des sons qu'il a donnée sur ce principe d'hétérogénéité ne paroît pas leur convenir aussi bien que celui de Newton aux couleurs. Je trouve une grande différence dans les propagations des uns & des autres. Celle des couleurs se fait toujours directement devant elle , pendant que les sons se propagent presque indifféremment de toutes parts n'affectant aucune direction particulière.

Pour le voir , considérons deux ou trois expériences.

Si l'on introduit des rayons du Soleil dans une chambre obscure , on les voit se propager directement devant eux ; réfléchis sur un métal poli , sur un miroir , ils font leur angle d'incidence égal à leur angle de réflexion , & après la réflexion ils suivent , comme auparavant une ligne droite. Le même effet arrivera si l'on introduit les rayons d'une chandelle , au lieu de ceux du Soleil ; seulement , ces derniers seront plus vifs & mieux terminés. Ces rayons décomposés par le prisme observent les mêmes loix dans leur propagation. La lumière & les couleurs se propagent donc directement. L'on fait d'ailleurs que si l'on veut voir un tableau placé dans une chambre voisine , il faut que chaque rayon visuel soit direct de notre œil à l'objet. C'est bien différent pour les sons : un instrument placé dans une seconde chambre s'entend en quelque lieu de la première chambre que l'on soit , plusieurs portes fermées les unes sur les autres n'empêchent pas de l'entendre , seulement le son est affoibli ; cette propagation se fait donc indifféremment de toutes parts.

La différence de ces propagations prouve que

leurs milieux ne sont pas semblables ; car si ces milieux étoient semblables , pourquoi les propagations ne le feroient-elles pas ? Toute cette différence provient , suivant moi , de celle de l'homogénéité à l'hétérogénéité. L'air est homogène , ou ses particules sont d'une égale grosseur. Il est très-comprimé , & il ne forme qu'un tout élastique dans lequel les vibrations se propagent de toutes parts. Au premier coup-d'œil , il semble que l'hétérogénéité convienne mieux , telle corde peut mettre en vibration une seule espèce de particules , & différens sons peuvent subsister dans le même milieu ; mais lorsque l'on veut approfondir cette théorie , lorsqu'on veut l'appliquer aux phénomènes , il faut admettre dans l'air une si grande hétérogénéité que l'on voit bientôt qu'elle ne peut exister. M. Sauveur a trouvé que le son le plus grave que l'on puisse entendre vient d'un corps sonore qui fait $12\frac{1}{2}$ vibrations en 1". Le son le plus aigu fait dans le même-tems 6400 vibrations ; ce qui donne le rapport de 1 : 512. Entre ces deux termes , il y a une infinité de vibrations intermédiaires : quelle hétérogénéité ne faudroit-il donc pas admettre dans l'air ? En prenant seulement les vibrations qui donnent les tons pleins , l'on en trouve 512 , entre le

son le plus grave & le son le plus aigu. Comme toutes ces particules devroient être dans les intervalles les unes des autres, la petitesse des dernières seroit donc extrême. L'on verra en parlant de la lumière qu'une telle hétérogénéité ne peut avoir lieu.

Si l'on supposoit qu'une corde avec une certaine longueur & une certaine tension mit en vibration les plus petites particules de l'air & que sa longueur augmentant, la vibration de cette particule augmenta jusqu'à ce que la particule suivante eut été mise en vibration; alors l'on auroit une moindre hétérogénéité, mais une même particule recevrait des vibrations différentes, ce que l'on veut éviter. Si l'on n'admettoit dans l'air que sept particules comme dans la lumière, il faudroit que chacune d'elles fît $\frac{512}{7} = 73$ vibrations différentes dans un tems égal; l'on ne seroit donc pas plus avancé par cette hétérogénéité, que par l'homogénéité.

Il sembleroit cependant que par l'hétérogénéité l'on expliqueroit plus facilement la plupart des phénomènes terrestres, cette hétérogénéité donnant au fluide de l'air une différence dans les grosseurs de ces particules; mais l'on sait que la différence de la pression à la dilatation de l'air est environ d'un million: la nature peut

s'être réservé des agens par les grosseurs différentes qui résultent du plus ou du moins de dilatation. D'ailleurs, dans l'hypothèse de l'hétérogénéité, comment ces particules pourroient-elles prendre entre elles un arrangement naturel & toujours semblable, avec une pression aussi considérable que celle qu'elles souffrent? Cette hétérogénéité ne paroît donc pas admissible.

Je dis au contraire que l'air est homogène, & je l'aurai prouvé, si je démontre que tous les sons, toutes les différentes especes des vibrations des cordes peuvent se transmettre en même temps dans ce milieu jusques à notre organe.

Les particules de ce milieu sont composées de filamens élastiques disposés de maniere qu'ils forment des pores semblables ou à des cubes, ou à des dodécaèdres; mais plutôt à des corps (*fig. 4.*) formés par douze trapèzes égaux & deux hexagones semblables. Par cet arrangement des filamens, il se trouvera qu'une même particule sera composée de pores dont les filamens seront attachés ou liés par leurs angles A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M: d'autres filamens seront réunis à ceux-ci par les angles N, O, P, Q & R, S, T, &c.

Dans la pression , ces filamens sont pliés , comme on le voit (*fig. 5.*) , & ils rentrent les uns dans les pores des autres. Ces filamens pourroient être composés d'autres filamens (*fig. 6.*) : dès-lors , ceux-ci s'ouvreroient dans la pression & retréciroient les premiers. Dans la dilatation , au contraire , les premiers s'allongeant , les seconds se réuniroient : c'est ce que j'examinerai plus bas. Comme le milieu est 550,000 fois plus comprimé que dans son état primitif , tous ses ressorts , ou tous ses filamens pliés & resserrés ont toute leur force élastique ; ils se font un équilibre mutuel , leurs particules perdent leur sphéricité , & ce milieu n'est qu'un tout élastique.

Or les vibrations des cordes des instrumens se font par un mouvement alternatif très-prompt , elles frappent contre les corps , elles frappent de même l'air. Si les vibrations sont fort lentes , elles ne produiront dans le milieu qu'une simple agitation : si elles sont plus promptes , alors , comprimant les ressorts de ce milieu , elles formeront des pulsions vibratives qui se répandront à l'instant de toutes parts. La vibration d'une corde ne se communiquera pas seulement à un de ces filamens , mais à plusieurs , & à plusieurs particules qui seront

comprimées tant en longueur, en largeur, qu'en profondeur ; il se formera donc des pulsions vibratives dans ce milieu, dont les ressorts comprimés, pressant de toutes parts, à l'extérieur de la vibration de la corde, propageront les sons sphériquement, ou ellipsoïdalement de tous les côtés, & les propageront avec une promptitude proportionnelle à l'élasticité du milieu & à la vitesse de la vibration. Car plus la vibration est prompte, plus le milieu est comprimé avec vitesse : la vitesse de la pulsion sera donc proportionnelle à celle de la vibration ; & , comme les largeurs des vibrations sont en raison inverse de leur promptitude, les largeurs des pulsions seront en raison inverse de leur vitesse ; la durée des pulsions en raison directe de ces largeurs, & leur force en raison directe des mêmes largeurs & directe de la vitesse de leur propagation ; ce qui est facile à voir, en considérant l'effet des vibrations des cloches.

Outre les pulsions, ces vibrations produisent dans l'air un trémoussement. A l'instant où une cloche est frappée par son battant, elle se contracte, elle fait des vibrations, & ses particules ont un mouvement de frémissement qui se communique au milieu en même temps que

les pulsions , & le milieu le transmet à tous les corps voisins : plus la cloche est frappée avec force , plus ses parties seront ébranlées ; une grosse cloche produira donc des frémissemens plus forts qu'une petite , & elle produira des frémissemens qui seront proportionnels à la force de ses vibrations. Les largeurs des pulsions sont proportionnelles à celles de ces vibrations : elles seront donc en raison directe des diamètres des cloches : la durée des pulsions sera proportionnelle à leur largeur , l'étendue de la propagation du son des cloches en raison directe de leurs diamètres , & les vîteses de ces propagations en cette raison inverse.

Dans un même milieu les vîteses des pulsions qui se propagent sont en raison composée de la raison soudoublée de la force élastique directement & de la raison soudoublée de la densité inversement (Prop. 47 & 48 de la Philos. de Newton , liv. 2.) , en supposant toutefois la force élastique du fluide proportionnelle à sa condensation. Telle sera donc la vîtesse des pulsions dont nous venons de parler dans les différens changemens de l'atmosphère , & à des hauteurs différentes ; or la densité de l'air diminue à peu-près en raison doublée directe de la

distance d'une hauteur quelconque de l'atmosphère à l'extrémité de cet atmosphère : la vitesse de la propagation des pulsions de l'air, ou la vitesse des sons à différentes hauteurs sera donc en raison composée de la raison soudoublée de la force élastique & de la raison soudoublée de cette distance. Mais ici la force élastique est égale à la densité ; cette vitesse sera à différentes hauteurs en raison doublée directe de cette distance, savoir, en raison doublée des distances de ces hauteurs à l'extrémité de l'atmosphère.

Les pulsions de l'air se propagent en un même lieu avec une promptitude proportionnelle à l'élasticité du milieu : elles se propagent de toutes parts à peu-près circulairement, se croisant mutuellement sans se détruire, de même que les pulsions formées sur la surface de l'eau par des pierres que l'on y a jettées ; les particules de ce milieu dont les ressorts ont été comprimés, pressent toujours à l'extérieur du centre de la vibration : en quelque nombre qu'elles soient, elles se croiseront donc toutes les unes & les autres sans se détruire, & parviendront ainsi jusqu'à notre ouïe : mais comment nous feront-elles concevoir des sons différens, ou comment les différentes vibrations
des

des cordes se transmettent-elles jusqu'à notre *sensorium* ? C'est au limaçon placé dans l'organe de l'ouïe que nous en sommes redevables.

Le limaçon , exactement semblable à la coquille de l'animal dont il porte le nom , est séparé dans toute sa longueur par une cloison que l'on nomme lame spirale (*fig. 7*). Cette lame est un tissu de filets nerveux tendus transversalement , qui sont pour ainsi dire les diamètres des anneaux correspondans du limaçon ; cette lame qui vers sa base a une certaine largeur ne cesse de diminuer jusques au sommet , où elle est extrêmement petite. Chacun des filets de cette lame , ainsi que les cordes des instrumens , est susceptible de vibrations , dont la promptitude est en raison inverse de sa longueur , de sa grosseur , & directe de son degré de tension : les différentes pulsions vibratives dont je viens de parler , parvenant toutes aux filets de cette lame , mettront en vibration ceux dont la tension & la longueur seront proportionnelles à la tension & à la longueur des instrumens qui les auront produits : & cette lame raisonnera de même qu'un instrument monté à l'unisson d'un autre qui est frappé , & elle nous fera concevoir des sons & des tons différens. Comme le nombre de ces filets est

très-grand & qu'il ne forme qu'un seul tissu, qui augmente successivement de largeur, quelques sons que l'on forme, ils se transmettront à cette lame & par conséquent à notre ame; il est donc inutile de supposer l'hétérogénéité pour expliquer la transmission des sons.

Quand je dis que les largeurs des pulsions sont proportionnelles à celles des vibrations des instrumens, il ne faut pas croire que la largeur des unes & des autres soit la même, mais seulement que les largeurs des pulsions sont en raison directe de celles des vibrations.

Quant à l'intervalle de ces pulsions :

Suivant les expériences de M. Sauveur, un tuyau ouvert, long environ de 5 pieds de Paris, rend un son de même ton que celui qui fait 100 vibrations en 1'' : d'où M. Newton conclut que les sons parcourant 1070 pieds de Paris en ce même tems, une vibration occupe une espace de $10 \frac{7}{10}$ pieds de Paris. L'intervalle des pulsions sera donc de $10 \frac{7}{10}$ pieds, savoir, égal au double de la longueur du tuyau : & comme chaque pulsion a une certaine largeur, prenant pour la totalité des largeurs des pulsions $\frac{7}{10}$ pieds, l'on aura dix pieds environ pour leur intervalle, pendant qu'elles parcourront 1070 pieds par 1''.

Quant à la grosseur des particules de ce fluide dans son état de pression, M. Muschenbroëk ayant observé que les pores du buis, un des bois les plus denses, étoient égaux chacun à $\frac{1}{10}$ du diamètre d'un cheveu, & que les particules de l'air comprimées dans un verre par $\frac{1}{3}$ de pouce de mercure passoient à peine par les pores du buis, il en conclut que le diamètre de ces particules étoit à peu-près le $\frac{1}{10}$ du diamètre d'un cheveu : or l'air comprimé par un poids deux fois plus pesant occupe un espace deux fois plus petit ; lorsqu'il l'est par 30 pouces de mercure, savoir, 40 fois davantage, chacune de ses particules devient 40 fois plus petite ; son diamètre est $\sqrt[40]{40} \frac{1}{3} = 3 \frac{1}{2}$ approchant plus petit qu'auparavant. Il est donc environ la $\frac{1}{34}$ partie de l'épaisseur d'un cheveu (1). L'épaisseur d'environ 600 cheveux forme la longueur d'un pouce ; le diamètre d'une particule de l'air lorsqu'elle est compri-

(1) Ce diamètre est par conséquent $3 \frac{1}{2}$ fois plus petit que celui des pores du buis, ou les $\frac{2}{7}$ de ce dernier diamètre.

mée par un atmosphère du poids de 30
pouces de mercure fera donc la $\frac{1}{20400}$ partie
d'un pouce. Si tel est le diamètre de ces par-
ticules, quelles seront les grosseurs des filamens
qui les composent.

Dans l'épaisseur, ou dans la largeur d'une
particule, l'on peut bien supposer 54 filamens.
Le diamètre de chaque filament sera réduit

à $\frac{1}{54 \times 34} = \frac{1}{1836}$ du diamètre d'un cheveu.

Mais ces filamens ne sont pas ferrés les uns
contre les autres, comme des faisceaux : ils
forment des pores capables de contenir des
particules d'eau ; ce qui me fait croire que ces
pores peuvent être de figure à peu-près dodé-
cagonale : il y en aura 54 dans le sens de
la largeur d'une particule & par conséquent
157464 dans toute son étendue. Chaque pore
a nécessairement un diamètre plus grand que
celui des filamens qui le composent, & ce der-

nier ne peut guères être plus petit que le $\frac{1}{71}$ ou
 $\frac{1}{72}$ de celui des pores ; il fera donc seulement

environ la $\frac{1}{131220}$ de l'épaisseur d'un cheveu, &

la $\frac{1}{78732000}$ partie d'un pouce ; pendant que le

diamètre d'une particule d'eau feroit la $\frac{1}{693600}$

de ce pouce, ce qui donne le diamètre des particules de l'air à celui des particules de l'eau, comme 113 à 1.

L'air dans cet état est 550000 fois plus comprimé que s'il étoit absolument libre; les pores dont nous venons de parler sont resserrés à proportion, & les filamens qui les composent doivent être pliés comme on le voit (*fig. 6*). Or le diamètre de chaque particule est $\sqrt[3]{550000 \frac{1}{3}} = 82$ fois plus petit environ que dans son état primitif: pour que les particules soient resserrées de cette quantité, il faut donc que leurs filamens se plient d'une quantité égale; il faut que les parties de ces filamens BC, BF & DC, DF pliées par la moitié, soient à la largeur FC, comme 82 : 1. Ces filamens, à leur partie pliée, feront arrondis, & formeront des pores à peu-près ronds: il est de plus évident que, dans la pression, ces filamens pénétreront dans les pores les uns des autres: or dans cet état les particules de l'eau passent dans les pores; ces particules ont leur diamètre la $\frac{1}{34680}$ de l'épaisseur d'un cheveu, les pores dans leur plus grande dilatation naturelle ayant un diamètre 82 fois plus grand, ce diamètre

D 3

ne fera donc que la $\frac{1}{423}$ partie de l'épaisseur d'un cheveu.

Nous regardons tous les pores formés par les filamens comme égaux , savoir , tant à la surface de ces particules qu'à leur centre ; je ne vois pas la nécessité de les supposer plus petits au centre : ce fluide , par la propagation des sons & par la plupart des phénomènes , paroît être d'une égale densité par-tout ; cependant dans leur pression mutuelle , les pores qui sont à la surface , doivent être plus resserrés que ceux qui sont au centre , comme on peut le voir par des éponges pressées les unes contre les autres.

Les filamens dans cette pression s'engagent les uns dans les autres (*fig. 8.*) , ils passent mutuellement dans leurs pores : si alors les acides ou les alkalis , semblables à des coins , viennent à pénétrer dans leurs pores & entre ces filamens , comme en B C D , & en A & en F , il est évident que ces particules abandonnées à elles-mêmes ne pourront plus s'étendre , leurs filamens étant arrêtés : & dès-lors ces particules seront fixes ; de-là tous les différens airs fixes que l'on connoît.

Si ce sont les particules de l'eau qui pénètrent dans leurs pores, comme elles sont sphériques, il est évident qu'elles ne pourront arrêter les filamens pliés, & qu'au contraire pénétrant, en une certaine quantité, dans ces pores, ils les dilateront.

J'avois cru d'abord pouvoir considérer ces filamens composés eux-mêmes d'autres plus petits; ces filamens s'ouvrant, les particules se resserroient, & les acides pénétrant dans ces pores, les fixoient à cette ouverture. Mais la grande dilatation de l'air ne permet pas d'admettre une pareille composition, à moins de supposer les seconds filamens aussi grands que ceux qu'ils composent, ce qui ne donneroit pas plus d'avantage dans le phénomène de la fixité de ces particules; il faut toujours que les acides arrêtent ces filamens engagés les uns dans les autres, & dans le premier cas l'on trouve cette simplicité qui convient à tous les ouvrages de la Nature.

Il n'est pas nécessaire que ces acides pénètrent jusqu'au centre des particules, il suffit qu'ils pénètrent entre les filamens qui composent les premiers pores de sa surface: ceux-ci étant arrêtés, la particule entière sera fixée, & l'on traitera ces particules par les opérations

de la Chimie , comme un fluide ordinaire. Nous le dirons méphitique , s'il porte des acides qui nous soient nuisibles & dont la Chimie saura le dégager par les affinités.

Les vapeurs qui s'élevent dans l'air sont composées de particules d'eau , d'acides de différentes espèces & d'autres matières , les acides s'arrêteront entre ces filamens pliés , & passant entre ces filamens par l'action du feu , par celle de la chaleur , ils ôteront à l'air une partie de son élasticité ; dès-lors il ne pressera plus avec la même force contre les corps , contre le mercure contenu dans le réservoir du baromètre , & le mercure descendra : il montera au contraire , lorsque l'élasticité du milieu sera rétablie. Les filamens pliés ainsi , forment les pores dans lesquels pénètrent les particules de l'eau : ces particules font donc un effet opposé. Elles dilatent les pores des particules de l'air : or en même temps que les particules d'eau pesent , elles se soutiennent les unes contre les autres ; elles n'auront donc pas une pesanteur aussi libre , pour ainsi dire , sur un espace d'une petite étendue , comme sur le réservoir d'un baromètre. Il y a bien d'autres causes , qui produisent les variations du baromètre , que je ne puis rapporter pour le présent.

La grande pression des particules de l'air, prouve évidemment qu'elles ne peuvent être d'un diamètre différent; car alors comment ces particules conserveroient-elles un arrangement régulier entr'elles? Les plus petites qui sont les plus légères & d'une élasticité moins forte, devroient s'élever au-dessus des autres & se trouver dans la partie supérieure de l'atmosphère.

L'air qui se dilate naturellement 13679 fois plus que dans son état ordinaire, peut être comprimé presque 800 fois plus que dans son état naturel; c'est-à-dire, que l'on peut réduire le diamètre de ses particules à $\frac{1}{9}$: dans cet état l'on a remarqué qu'il se rétablissoit assez lentement, ce qui n'est pas étonnant, après ce que je viens de dire. Les filamens pliés (*fig. 8.*) rentrent les uns dans les autres, pressés dans leurs intervalles mutuels, ils ne se dégageront pas avec une égale promptitude, les filamens qui en occupent le centre seront plus lents à se rétablir. La différence du diamètre de ces particules de leur plus grande dilatation naturelle, à leur plus grande compression est :: 215 : 1, environ, & celle de leur volume :: 9,938,375 : 1.

Mais M. Hales est parvenu non-seulement à

rendre l'air 800 fois plus dense au moyen de la presse. Mais en faisant geler l'eau dans une grenade ou dans un canon de fer, il a réduit l'air à un volume 1838 fois plus petit, de sorte qu'il doit avoir été plus de deux fois plus pesant que l'eau.

Or l'air peut occuper un espace 13679 fois plus grand, sans employer des agens extraordinaires; & par l'art il peut se dilater au point d'occuper un espace qui est à celui qu'il occupe dans sa condensation ordinaire :: 550000 à 1. La différence du plus grand au plus petit espace que l'air puisse occuper par l'art est donc :: $550000 \times 1838 = 1,010,200,000 : 1$: & celle de leur plus grand à leur plus petit diamètre, comme 1031 : 1, environ.

LEMME II.

La promptitude de la communication des vibrations, entre des anneaux élastiques de différens diamètres est en raison inverse de ces diamètres.

L'ON fait par l'art de la fonderie qu'une cloche d'un diamètre double de celui d'une autre, & d'ailleurs parfaitement semblable, donne l'octave au-dessous de celle-ci, elle ne

fait qu'une vibration pendant que celle-ci en fait deux ; le nombre de leurs vibrations dans le même temps est donc en raison inverse de leurs diamètres , & dès-lors l'épaisseur des anneaux correspondans de ces cloches doit être en raison directe de ces diamètres , ainsi que les hauteurs des cloches & les hauteurs des anneaux correspondans , ce qui donne leur quantité de matiere prise par tranches égales , en raison doublée de ces diamètres ; mais les circonferences de ces anneaux sont en raison simple de ces diamètres , leur quantité de matiere totale sera donc en raison triplée de ces mêmes diamètres.

COROLLAIRE. D'où je conclus que si les anneaux élastiques ont leurs vibrations dans le même tems comme 1 : 2 , leurs diamètres doivent être en cette raison inverse , leur grosseur en cette raison doublée & leur quantité de matiere en cette raison triplée inverse , & réciproquement. Les largeurs des vibrations seront comme les diamètres , & par conséquent les anneaux égaux auront des vibrations isochrones.

Les forces des ressorts sont en raison directe de leurs épaisseurs & inverse de leurs longueurs. Ces forces seront donc pour les anneaux en rai-

son composée doublée de leurs diamètres & inverse de ces diamètres, & par conséquent en raison simple de ces diamètres.

Si l'on range sur une même ligne (A, *fig. 9*) plusieurs anneaux élastiques égaux, & qui se touchent & sur une seconde ligne (B) égale, des anneaux égaux entr'eux, d'un diamètre moitié des précédens, & susceptibles par conséquent de vibrations une fois plus promptes frappant les premiers anneaux de chaque ligne, le mouvement se communiquera une fois plus vite à l'extrémité de la seconde ligne que de la première. Mais la seconde ligne contient le double d'anneaux : la vitesse de propagation ne devrait-elle pas être égale ? Il faut remarquer que tous ces anneaux se touchent dans chaque ligne, le premier frappé communique son mouvement au second avant d'avoir fait sa vibration, celui-ci le transmet au troisième. Ce mouvement se communique ainsi par une seule vibration ; il arrivera donc une fois plus promptement à l'extrémité de la seconde ligne que de la première, & sa vitesse sera en raison inverse des diamètres des anneaux & directe des espaces parcourus.

Tel choc qui met en vibrations des anneaux d'un égal diamètre ne pourra communiquer les

vibrations à d'autres anneaux d'un plus grand ou d'un plus petit diamètre ; car les vîteses des vibrations sont en raison inverse de ces diamètres , & la promptitude du choc est proportionnelle à cette vîtesse : donc si le choc est trop lent , il ne pourra mettre ces anneaux en vibration , & de même s'il est trop prompt ; c'est une loi que l'on voit régner entre toutes les particules des différens fluides élastiques , comme on le verra bientôt. En général des anneaux ou des particules élastiques ne peuvent être mises en vibration que par des vibrations isochrones : c'est ainsi que la corde d'un instrument ne fait raisonner que celle d'un autre instrument qui est à son unisson.



CHAPITRE IV.

La Lumière.

CET élément fait l'agrément & le bonheur de la vie, il anime toute la Nature, il dirige tous nos pas, il nous fait éviter les dangers qui menacent nos jours; nous ne saurions mieux juger des avantages qu'il nous procure qu'en considérant l'état d'un aveugle, sur-tout d'un aveugle de naissance; s'il acquiert la vue, quelle joie, quelle surprise & quel étonnement! L'on a vu ce phénomène en Angleterre dans le siècle dernier, & l'on a vu en même-tems les transports d'une joie inexprimable.

Lorsqu'on réfléchit sur tous les divers mouvemens de la lumière, lorsqu'on pense à cette variation infinie de couleurs, à cette mobilité qui fait que des milliers de personnes autour d'un tableau en apperçoivent également toutes les beautés, & chacun aussi bien que s'il eût été fait pour lui seul, l'on seroit tenté de regarder les effets de la lumière comme autant de prodiges, dont l'explication est au-dessus

de l'esprit de l'homme ; cependant cet élément se soumet comme tous les autres aux loix de la Physique, il est matériel, il est élastique, & tous les phénomènes qu'il produit proviennent de la figure, de l'arrangement & du tissu de ses particules.

L'on vient de voir que les particules de l'air étoient élastiques, qu'elles étoient composées d'un tissu de filamens qui formoient leurs pores. La lumière étant un fluide élastique, il faut que ses particules soient composées de filamens de même élastiques, autrement elles ne pourroient être comprimées ni dilatées. Quel sera ce tissu, & quelle sera leur grosseur comparée à celle des particules de l'air ?

Nous sommes assurés que les particules de la lumière passent dans les pores de l'air, savoir, dans les pores même de ses particules. Les premières sont donc beaucoup plus petites, & du moins aussi petites que les molécules de l'eau. Mais pour trouver à-peu-près le rapport de ces diamètres cherchons, suivant le principe du Lemme précédent, quelle est la promptitude de la communication des vibrations dans ces deux milieux, & pour cela, considérons-les de même nature, & supposons leurs particules semblablement composées.

L'on fait que les sons parcourent 173 toises en 1'', ou 1038 pieds ; les particules de l'air restent donc ce tems à se communiquer leurs vibrations. La lumière du Soleil reste 8' 7'' 30''' (1) environ à venir du Soleil jusqu'à nous , supposant que la propagation de ses rayons se fasse totalement par vibrations , & il y a peu de différence ; la communication de ces vibrations sur un espace de 33,450,864 lieues (2) s'exécutera en 487'' : réduisant ces lieues de 2283 toises en pieds , & divisant par les secondes , l'on aura 940,882,824 pieds parcourus en 1''. Le rapport de la vitesse de propagation des vibrations de la lumière est donc à celle de l'air comme 940,882,824 : 1038 = 905474 : 1. Tel seroit le rapport de la promptitude de l'élasticité de ces milieux & celui de l'élasticité de leurs particules , si les particules de ces milieux étoient semblablement composées. Alors les diamètres de ces particules seroient en cette raison inverse (Lemme 2 ,) les grosseurs des filamens qui les composeroient seroient en raison

(1) Suivant la Caille. Suivant M. de la Lande 8' , 8''. Halley ne donne que 7' 1'', ainsi que Newton.

(2) Suivant MM. Pingré & Maskelyne.

doublée de ces diamètres , & par conséquent en raison doublée inverse du rapport précédent , & leurs quantités de matières en raison triplée inverse du même rapport.

Mais ces particules ne sont pas à beaucoup près semblablement composées , & je le déduis de la différence qui se trouve entre la propagation de la lumière & celle des sons ; la première est toujours directe , pendant que celle-ci diverge de toutes parts. L'on a vu (Chapitre précédent) que les particules de l'air avoient une égale porosité dans toute leur étendue , leurs filamens disposés régulièrement en tout sens forment des pores à-peu-près égaux , tant au centre qu'à la surface de ces particules ; ici les filamens qui composent celles de la lumière se réunissent au centre de leurs particules comme autant de rayons , & forment par conséquent des pores dont la grandeur augmente depuis le centre jusques à leur surface. Ces filamens sont composés d'autres plus petits (*fig. 10*) qui s'ouvrent , se séparent dans la pression , & forment autant de petites sphères élastiques.

Le nombre des filamens qui composent les rayons est très-grand. Ces filamens se réunissent à un centre commun , non pas en un seul point , mais en une petite sphère tissue de

filamens élastiques (*même figure*). Il est évident que par une telle composition, un choc communiqué à un côté de ces particules se transmettra directement à l'opposé avec une promptitude proportionnelle à l'élasticité des petites Sphères qui composent ces filamens. Dans un milieu composé de semblables particules les vibrations se communiqueront donc toujours devant elles ; de-là vient la propagation directe de la lumière.

Cette différence dans les compositions des particules de l'air & de la lumière, nous fait voir qu'il doit y en avoir une dans le rapport des diamètres & des grosseurs des filamens que nous venons de donner ; celles de l'air doivent avoir moins de force élastique ; d'un autre côté elles sont 550000 fois plus comprimées. Comment trouver ce rapport ?

Supposons encore ces particules semblablement composées, dès-lors l'on auroit le rapport des diamètres des particules de l'air & de la lumière :: 905474 : 1 ; les longueurs de leurs filamens feroient dans ce même rapport, & les grosseurs de ces filamens en raison doublée de ce rapport : or les forces des ressorts sont en raison inverse de leur longueur, directe de leur grosseur & directe de leur pression, & les particules de la lumière sont 550000 fois

plus comprimées que dans leur état primitif, savoir ; que dans leur plus grande dilatation (Chap. 3.) la force élastique d'un fluide augmentant en raison directe de sa pression , la force élastique de l'air seroit donc à celle de la lumière dans son état ordinaire comme $905474 \times 550000 : 1 = 498,010,700,000 : 1$; ce qui n'est point : dès-lors les particules des deux fluides ne sont pas semblablement composées.

En général les forces élastiques sont en raison inverse des longueurs des filamens ou des longueurs des ressorts qui composent leurs particules , inverse des diamètres de ces particules & directe de la quantité de la pression ou de la dilatation de ces milieux : quantité qui fuit la raison triplée inverse des diamètres des particules comprimées ou dilatées. Il semble , d'après ces principes , qu'il soit facile de trouver le rapport des diamètres des particules de l'air & de la lumière ; mais l'on n'a que des résultats indéterminés ; il faut chercher le rapport de ces diamètres par l'expérience.

Suivant ce que j'ai rapporté (Chap. 3.) la différence du volume des particules de l'air , de leur plus grande dilatation par art à leur plus grande pression , est comme 1,010,900,000 à

1, & la différence des diamètres des particules de ce fluide dans les deux états est :: 1000 : 1; or les particules de l'air comprimées par l'eau gelée dans le canon de fer (Chap. 3) ne pouvoient pas passer par les pores de l'eau, pendant que les particules de la lumière les traversoient avec la plus grande facilité; les particules de l'air n'étoient donc pas, à beaucoup près, égales à celles de la lumière. Leur diamètre pouvoit être environ 800 fois plus grand que celui de ces dernières particules; ce diamètre étoit ainsi 8 fois plus grand que le diamètre des particules de l'eau, qui tenoit l'air en pression, parce que le diamètre de ces dernières particules est environ 100 fois plus grand que celui des particules de la lumière (3), comme on le verra par la suite.

L'on peut donc prendre le diamètre des particules de l'air dans leur plus grande dilatation, & celui des particules de la lumière à peu-près :: 800000 : 1. Si les grosseurs de

(3) L'air dans ce fort état de pression étoit réduit à un volume 1838 fois plus petit que dans son état naturel, & son diamètre étoit réduit à $\frac{1}{14}$. Le diamètre des particules de l'air dans son état ordinaire est donc à celui des particules de l'eau, Comme 112 à 1. (Chap. 3.)

Leurs filamens étoient égales, la force élastique de l'air seroit 800000 fois plus petite que celle de la lumière. Or l'air dilaté 550000 fois plus que dans son état ordinaire, sa force élastique est alors $\frac{905474}{550000} = \frac{9}{5}$ environ plus grande que celle de la lumière, les grosseurs des filamens des particules de ces milieux seront donc non-seulement :: 800000 : 1 ; mais comme $800000 \times \frac{9}{5} = 1,440,000 : 1$, les diamètres de leurs filamens seront en raison soudoublée de ce rapport & par conséquent :: 1200 : 1, pendant que les longueurs de ces filamens seront :: 800000 : 1.

Dans l'état ordinaire de l'atmosphère, l'air est 550000 fois plus comprimé que dans la plus grande dilatation où l'art ait pu le pousser ; le diamètre de ses particules est réduit à $\frac{1}{82}$; ce diamètre est donc 9780 fois plus grand que celui des particules de la lumière : or la plus forte pression que l'on ait fait souffrir à l'air l'a réduit à un volume 1838 fois plus petit que dans son état ordinaire, & le diamètre de ses particules à $\frac{1}{12}$. Les diamètres des particules de l'air & de la lumière seront donc dans

cette forte pression :: 812 : 1 , & à peu-près tels que nous les avons donnés ci-dessus : d'où nous pouvons conclure que le diamètre des particules de l'air dans leur état ordinaire est à celui des particules de la lumière :: 9750 : 1 , les diamètres de leurs filamens :: 1200 : 1 ; d'où l'on aura & les grosseurs de ces particules & celles de leurs filamens pendant que les longueurs de ces filamens seront :: 800000 : 1.

J'ai regardé la pression de la lumière comme très-petite en comparaison de celle de l'air ; elle l'est en effet , & elle suffit pour entretenir la continuité de ce fluide. Pour le voir , supposons que les particules de ce milieu soient comprimées d'un $\frac{1}{12}$ de leurs diamètres : comme il y a d'ici au soleil 33,450,864 de lieues , les particules de la lumière se dilatant de toute la quantité de leurs diamètres , elles pourroient s'étendre à 2,787,572 lieues au-delà de la terre ; si les diamètres de ces particules n'étoient comprimés que d'un $\frac{1}{10000}$, le milieu dans sa dilatation pourroit encore s'étendre à 3345 lieues au-delà de notre globe. Le fluide de la lumière qui occupe l'espace immense de l'univers , & dont les particules ne

sont au plus comprimées que d'un $\frac{1}{100}$ de leurs diamètres , peut donc conserver sa continuité dans toute l'étendue de l'univers ; & le peu de sphéricité que ces particules perdront par une aussi foible pression , leur laissera une très-grande mobilité. De là la facilité de la propagation de la lumière & des couleurs , bien différente de la propagation des sons , qui par la pression des particules de l'air communiquent leurs vibrations jusques aux corps autour desquels ils se font entendre.

Les densités de ces milieux sont proportionnelles à leurs forces élastiques ; par conséquent les résistances que les corps éprouveront dans ces milieux seront en cette même raison , & de plus en raison de leurs quantités de matière sous un même volume.

Il est facile de trouver la quantité avec laquelle la lumière presse un corps , les forces élastiques de l'air & de la lumière sont comme 905474 : 1. Or l'air presse un pied quarré avec une force = 2112 livres. La lumière pressera donc un espace égal avec une force = $\frac{2112}{905474}$ livres = $\frac{1}{429}$ liv. = 21 grains & demi.

Quant à leurs quantités de matière , si leurs

particules étoient semblables , ces quantités seroient les mêmes , sous un égal volume (Lem. 1^{er} & 2). Mais les particules de l'air sont d'une égale densité dans toute leur étendue , pendant que la densité des particules de la lumière augmente de la circonférence au centre : l'air dans sa grande dilatation auroit donc d'abord une fois moins de quantité de matière à volume égal , si le nombre des filamens étoit le même dans les particules des deux fluides. Mais il y en a certainement moins dans celles de la lumière que dans les particules de l'air , qui sont considérablement plus grandes. Ce nombre ne peut être en raison simple inverse des diamètres des particules , savoir : : 800000 : 1 ; il doit être en cette raison soudoublée & à peu-près : : 899 : 1 ; c'est-à-dire , que les particules de la lumière peuvent contenir 899 fois moins de filamens que les premières. Les quantités de matière de ces deux milieux dans leur plus grande dilatation , seront donc comme 449 : 1. Or l'air dans son état ordinaire est 550000 fois plus comprimé que dans sa plus grande dilatation ; sa quantité de matière sera donc à celle de la lumière sous un égal volume : : 246,950,000 : 1. Un

pied-cube d'air pèse $1\frac{2}{3}$ once ; un pied-cube de fluide de la lumière pèsera $\frac{1\frac{2}{3}}{246,950,000}$ once, $\frac{1}{257240}$ de grain ; & les résistances que les corps éprouveront dans ces deux milieux seront : : $905474 \times 246,950,000 : 1 : = \dots\dots\dots 223,606,804,300,000 : 1.$

Les particules de l'air & de la lumière ne peuvent être mises en vibration que par des vibrations isochrones (Lem. 2.) , & les vîteses de ces vibrations sont en raison inverse des diamètres des particules de ces milieux. Or les cordes qui donnent les sons les plus aigus sont 6400 vibrations en 1'', & les vibrations des particules rouges de la lumière sont 905474 fois plus promptes que celles de l'air ; ces cordes ne pourront donc mettre en vibration ces particules rouges , & elles ne produiront ni couleur ni lumière ; il faudroit pour cela qu'une corde fût $905474 \times 6400 = 5,795,033,600$ vibrations en 1''. Mais la finesse & la tension d'une corde ne peuvent être assez grandes pour donner des vibrations aussi promptes. Les vibrations des deux fluides dont les vîteses sont : : $6400 : 5,795,033,600$, seront donc absolument indépendantes dans leur état ordinaire.

L'on a cru pendant long-temps que la lumière

étoit homogène , ou qu'elle étoit composée de parties égales ; il étoit réservé à Newton d'enrichir la Physique d'une des découvertes les plus agréables , celle de l'hétérogénéité de la lumière : un prisme exposé à un rayon de soleil lui fit voir que les couleurs ne résidoient pas dans les corps , comme on l'avoit cru jusqu'alors , mais dans la lumière. Par toutes les différentes expériences qu'il put faire en décomposant , en retournant les rayons , il vit qu'il n'y avoit dans la lumière que sept especes de particules , rouge , orangé , jaune , verd , bleu , indigo & violet. (*Voyez son Opt.*).

Dans une des expériences de Newton , celle où l'on reçoit sur un carton les rayons décomposés , les rayons violets paroissent les premiers , ensuite ceux de la couleur indigo , les rayons bleus , &c ; les rouges paroissent les derniers. Une telle différence dans les vitesses de propagation de ces rayons en indique évidemment une (Lem. 2) dans les grosseurs de leurs particules , dans les finesses des ressorts de ces particules , & dans les promptitudes de leurs vibrations ; & si l'on pouvoit avoir le rapport de ces vitesses de propagation , l'on connoîtroit leurs diamètres (même Lem.). Mais l'espace où se font ces expériences (celui d'une

chambre obscure), n'est pas assez grand pour donner le rapport de ces vitesses : l'on peut en juger par le peu d'intervalle de tems que l'on remarque entre la lumière d'un fusil & le bruit du coup; cet intervalle de tems est beaucoup trop petit en comparaison de la différence de l'élasticité de l'air & de celle de la lumière. Pour trouver les grosseurs des différentes especes des particules de la lumière, je ne crois pas de moyen plus sûr que celui de chercher l'arrangement qui leur convient dans les différens phénomènes des couleurs & de la lumière.

Nous savons, par un grand nombre d'expériences, que les plus petites particules de la lumière ne passent pas par les pores des plus grosses; un verre teint en rouge ne laisse passer que les rayons rouges, &c. il faut donc que les plus petites particules de la lumière soient dans les intervalles des plus grosses, & à peu-près arrangées de la manière suivante : Soient trois Corps égaux C B D *fig. 11*, qui se touchent en A, F, G. Un Corps O, étant placé entr'eux en sorte qu'il touche ces trois Corps dans le plan de leurs équateurs en M, R, T. L'on trouvera que le rayon O M, du Corps O, est au rayon M C, du Corps C, comme 11 : 72. Soient trois autres Corps

J, J, J, dans les intervalles laissés par le Corps O, & les trois premiers C B D, en sorte que le premier Corps J, touche les Corps C, B, O, en P, N, Q; que le second touche les Corps C, D, O, en H, K, L, & le troisième Corps J, touche les Corps B, D, O, en Y, Z, E; plaçant d'autres Corps U dans les intervalles que laissent les Corps J avec les Corps B, C, D; & des Corps b dans les intervalles laissés par les derniers U, & les mêmes Corps B, C, D; l'on trouvera que d'autres Corps b égaux aux précédens b, peuvent être placés dans les intervalles 1, 2, 3, 4, 5, 6, & qu'ils ne forment les uns & les autres qu'une seule espèce de Corps; les Corps I, n'occuperont que les trois intervalles marqués I, mais les Corps V, pourront occuper les intervalles 7, 8, 9, 10, 11, 12, & d'autres intervalles 13, 14, 15, 16, 17, 18, ils pourroient même occuper les intervalles 19, 20, 21, 22, 23, 24, & enfin les intervalles 25, 26, 27, 28, 29, 30, s'ils étoient susceptibles de compression. Comptant maintenant les Corps qui sont d'un égal diamètre, l'on en trouvera sept espèces, (les trois Corps B, C, D, étant désignés par R.) Savoir,

^{9, 1, 9, 3, 9, 3, 9,}
R, O, J, U, b, I, V, placés dans les intervalles les uns des autres.

Pour avoir le rapport des diamètres de ces sept espèces de Corps, il suffit de considérer la suite des Corps placés dans l'espace T, Q, A, savoir les Corps O, J, U, b, I, V. L'on aura le rapport de leurs diamètres à celui du Corps M C, pris = 1. Par les parties des sécantes O M, I P, U K, b S, I T, V X, comme $\frac{11}{72}, \frac{1}{16}, \frac{1}{29}, \frac{2}{92}, \frac{3}{192}, \frac{2}{177}$ à 1, ce qui donnera le diamètre du Corps O les $\frac{11}{72}$ de celui du Corps C; le diamètre du Corps J les $\frac{13}{32}$ de celui du Corps O; le diamètre du Corps U les $\frac{16}{29}$ de celui du Corps J, & ainsi successivement. Les diamètres des Corps b, I, V, seront les $\frac{58}{91}, \frac{91}{129}, \frac{129}{177}$ du diamètre du dernier Corps; pendant que les diamètres des Corps B C D, seront avec ceux des six derniers Corps O, J, V, &c. comme 1, $\frac{11}{72}, \frac{1}{16}, \frac{1}{29}$ &c.

Si les six derniers Corps au lieu d'être placés dans le plan de l'équateur des trois premiers Corps B C D, se trouvoient dans un intervalle formé par ces trois Corps, & par un quatrième A (*fig. 12*) qui leur seroit tangente, l'on au-

roit un intervalle (4) beaucoup plus grand que celui que l'on vient de considérer entre l'équateur de ces trois Corps; & l'on trouveroit que le Corps O, qui devoit toucher ces quatre Corps B C D A (*fig. 12*), auroit un diamètre plus grand que le premier Corps O, de la figure 11, & que ce diamètre, au lieu d'être à celui du Corps M C, comme $11 : 72 = 1 : 6\frac{6}{11}$, seroit comme $1 : 4$. Le diamètre des troisièmes Corps, des Corps J, placés dans les intervalles formés par le Corps O, & par les quatre Corps B, C, D, A, au lieu d'être le $\frac{1}{16}$ du diamètre M, C, seroit les $\frac{11}{72}$ de ce dernier diamètre. Les Corps suivans deviendroient aussi plus grands à proportion; mais alors (ce qui est très à remarquer) les Corps égaux ou de la même espèce ne se toucheroient plus, les seconds seroient séparés par les troisièmes, les troisièmes par les quatrièmes, &c. comme je m'en suis assuré par l'expérience. Ainsi pour

(4) Il seroit bon, pour se former une idée de tout ceci, de ranger quatre Corps égaux, en sorte que trois se touchent comme les Corps C, B, D de la figure 11, & qu'un quatrième d'un diamètre égal touche les trois autres, comme on le voit *fig. 12*.

que ces Corps se touchent, il faut que leurs diamètres ne soient pas comme $1, \frac{1}{4}, \frac{11}{72}, \frac{1}{16},$ &c. Ils se toucheroient certainement, si leurs diamètres étoient comme $1, \frac{11}{72}, \frac{1}{16}, \frac{1}{29},$ &c. mais alors ils ne feroient plus exactement dans les intervalles, les uns des autres; mais si ces diamètres ont un rapport moyen entre les deux précédens $1, \frac{1}{4}, \frac{11}{72},$ ou $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{6}, \frac{1}{16},$ &c. & $\frac{1}{6}, \frac{1}{16}, \frac{1}{29},$ &c. & que ce rapport soit à-peu-près comme $1, \frac{1}{5}, \frac{1}{13}, \frac{1}{24}, \frac{1}{36}, \frac{1}{53}, \frac{1}{73},$ dès-lors les Corps de chaque espèce auront une communication immédiate entr'eux, & ils seront contenus & retenus dans les intervalles les uns des autres.

Les particules de la lumière sont sphériques, si les diamètres de ces particules, savoir, ceux des particules des rayons rouges, orangés, jaunes, verts, bleus, indigo & violet avoient entr'eux le rapport de $1, \frac{1}{5}, \frac{1}{13}, \frac{1}{24}, \frac{1}{36}, \frac{1}{53}, \frac{1}{73}.$ Ces particules pourroient donc prendre entr'elles le même arrangement que les Corps précédens; chaque espèce de même grosseur, se toucheroit & les particules auroient une communication immédiate entr'elles, chaque

espèce de ces particules auroit évidemment ses mouvemens indépendans de ceux des autres , & elle pourroit propager ses vibrations , sans les communiquer aux particules des autres espèces , en un mot , tous les différens mouvemens , vibrations , &c. dans une même espèce de particules , ou rouge , ou orangé , ou jaune , &c. pourroient avoir lieu comme si elle étoit seule.

L'élasticité de ces particules contribuera beaucoup à leur faire prendre un pareil arrangement. J'ai dit que ces particules étoient composées de filamens élastiques qui se réunissoient à leur centre , cette composition donnera plus de force élastique au centre de ces particules qu'à leurs surfaces , d'où il résultera dans les pressions mutuelles de ces particules que la force élastique des centres faisant céder celle des surfaces , ces particules passeront facilement d'un intervalle dans un autre pour prendre leur arrangement mutuel.

Les particules de ces rayons plus petites les unes que les autres sont composées de filamens proportionnels à leur grosseur. Or (Lemme 2) les grosseurs de ces filamens qui sont les ressorts mêmes de ces particules sont en raison doublée de ces diamètres , les longueurs de ces filamens
en

en raison simple des mêmes diamètres , & les quantités de matière de chaque particule en raison triplée de ces diamètres. Les grosseurs de leurs filamens seront donc respectivement

comme $1, \frac{1}{25}, \frac{1}{169}, \frac{1}{576}, \frac{1}{1296}, \frac{1}{2819}, \frac{1}{5329}$, &

les quantités de matières de ces filamens , ainsi que les grosseurs de ces particules , comme

$1, \frac{1}{125}, \frac{1}{2197}, \frac{1}{13824}, \frac{1}{46656}, \frac{1}{149407}, \frac{1}{389017}$.

Les promptitudes des vibrations de ces particules seront suivant le Lemme 2, en raison simple inverse de leurs diamètres , & les forces de ces vibrations en cette raison directe. Les particules de chaque espèce étant égales , les vibrations le seront aussi & elles seront isochrones , elles ne pourront donc mettre en vibration les particules d'une autre espèce , & leurs propagations respectives seront indépendantes.

Bien plus , ces différentes particules sont composées de filamens réunis à leur centre , & ces filamens dans la pression forment autant de petites sphères élastiques (*fig. 10.*). Comme leur nombre peut être au moins de 10000, le choc que recevra une particule sera transmis à l'opposé , & mille chocs pareils le feroient également : la propagation de ce choc ou d'une vibration sera donc toujours directe

dans le milieu d'une même espèce de particules , ainsi plusieurs spectateurs qui regardent des tableaux placés de manière que leur direction visuelle se croise , les voient également.

Cette propagation n'est pas toutefois absolument droite , elle se fait , pour ainsi dire , par zigs-zags , les plus petites particules placées dans les intervalles des plus grandes forment des sinuosités dans leur propagation , de même que la lumière ou les rayons du Soleil en traversant les pores du verre ; mais il faut remarquer qu'au mouvement de communication se joint toujours un petit mouvement local , celui-ci ne peut s'écarter dans les pores collatéraux , il doit suivre le chemin le plus droit ; la propagation de la lumière & celle des couleurs nous paroîtront donc toujours directes , l'extrême petitesse de leurs particules nous empêchant d'en appercevoir les sinuosités.

Quant au nombre de ces particules comprises dans un même rayon , l'on a vu que les Corps placés dans les intervalles des trois Corps B , C , D , (*fig. 11 ,*) étoient au nombre
^{1, 3, 3, 9, 3, 9,}
 de O , J , U , b , I , V ; le nombre total des particules de la lumière comprises dans un rayon composé de particules rouges est donc, en

comptant ces trois particules de R, O, J, U, &c. savoir de 35 particules ; les particules orangées sont ainsi les moins nombreuses, les particules des rayons jaunes sont en même nombre que celles des rayons rouges, de même que les vertes, les particules des rayons bleus sont trois fois plus nombreuses que ces dernières, celles des rayons de couleur indigo sont moins nombreuses que les bleues, elles sont égales aux vertes ; enfin les particules des rayons violets, sont les plus nombreuses, en les supposant n'occuper que les pores absolument égaux à leur grosseur (5).

Ces rayons en traversant un prisme se réfractent, de manière que les rayons rouges sont les moins réfrangibles, ensuite les orangés, les jaunes, &c. Les rayons violets sont ceux qui souffrent la plus grande réfraction. L'on fait qu'un rayon qui tombe obliquement sur un prisme C, (*fig. 13,*) s'éloigne de la perpen-

(5) Si ces particules violettes étoient fortement comprimées elles pourroient occuper des espaces plus petits, tels que ceux qui dans la figure 11, sont désignés par les numéros 13, 14, 15, 16, 17, 18 ; & par les numéros 19, 20, 21, 22, 23, 24 ; & même par les numéros 25, 26, 27, 28, 29, 30. Ces particules seroient alors au nombre de 27.

diculaire C D, ce rayon se décompose dans sa réfraction. Les rayons violets C V, sont ceux qui s'éloignent le plus de cette perpendiculaire, ensuite les indigo C I, & les bleus, C B, &c. Pour expliquer ce phénomène en peu de mots, je ferai remarquer que toutes les particules de la lumière sont dans un état de pression mutuelle, & que cette pression est moins forte dans le verre que dans le milieu environnant, comme on le verra par la suite. De la pression extérieure du milieu plus grande en dehors du verre contre sa surface que dans son intérieur, il résultera une projection des particules des rayons de la lumière dans l'intérieur de ce Corps, les grosses particules opposeront plus de résistance à cette projection que les petites, & cette résistance sera évidemment en raison directe des masses de ces particules. Savoir en raison triplée des diamètres des particules de ces rayons I , $\frac{1}{125}$, $\frac{1}{2197}$, &c. mais l'on peut négliger la résistance qui provient des masses de ces particules, résistance qui est très-petite en comparaison de leur force élastique, l'on doit de même négliger la différence de projection qui provient de leur vitesse, différence qui est nulle eu égard à leur force

Élastique : les résistances des rayons dans leur réfraction seront donc en raison directe de leurs forces élastiques , & par conséquent comme $1, \frac{1}{25}, \frac{1}{169}, \&c.$

Les espaces qu'occupent les particules de chaque rayon sont en raison doublée de leurs diamètres & directe de leur nombre ; en raison doublée de leurs diamètres , ces espaces seront comme $1, \frac{1}{25}, \frac{1}{169}, \&c.$ dans leur réfraction ces rayons doivent s'étendre en raison inverse de leurs résistances ; savoir en raison inverse de $1, \frac{1}{25}, \frac{1}{169}, \&c.$ Les espaces occupés par les rayons réfractés devroient donc être égaux , si le nombre des particules de chaque rayon étoit le même , mais les particules des rayons orangés sont trois fois moins nombreuses ; l'espace occupé par ces rayons doit donc être trois fois plus petit.

Le nombre des particules des rayons jaunes est égal à celui des particules des rayons rouges ; l'espace occupé par les premiers sera donc égal à celui des rouges : ainsi ces espaces seront respectivement pour ces rayons rouges , oran-
r, o, j, u, b, i, v.
gés , jaunes , &c. comme 3 , 1 , 3 , 3 , 9 , 3 , 9.
M. Newton (Opt. in-8°. pag. 142.) nous

donne l'espace occupé par les rayons décomposés rouges, orangés, jaunes, &c. savoir, AB, BC, CD, DF, GH, HI , (*fig. 14.*) respectivement comme $1, \frac{9}{8}, \frac{6}{5}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{16}{9}, 2$, (6) ces espaces sont dans un rapport moindre que le précédent $3, 1, 3, 3, 9, 3, 9$. Ils sont à-peu-près en raison soudoublée de ces derniers, ce qui provient des angles d'incidences de ces rayons dans l'expérience de Newton; si l'angle d'incidence eut été plus petit, le rapport des espaces eut été plus grand & au contraire, ce que j'examinerai ailleurs.

Nous avons trouvé (Chapitre précédent) que le diamètre des particules de l'air dans leur état ordinaire étoit la $\frac{1}{20400}$, d'un pouce, comme les plus grosses particules de la lumière. Celles d'où nous avons estimé la vitesse de propagation de ce fluide, ont leurs diamètres à ceux des particules de l'air, dans son état ordinaire :: $1: 9750$. Le diamètre des particules des rayons rouges de la lumière sera la $\frac{1}{198,900,000}$, d'un pouce. L'on aura successive-

(6) Ou ces espèces pour le violet, l'indigo, le bleu, &c. comme $1, \frac{8}{9}, \frac{5}{6}, \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{9}{16}, \frac{1}{2}$.

ment le diamètre des particules des autres rayons en multipliant cette fraction par les suivantes $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{13}$, $\frac{1}{24}$, &c. Le diamètre des plus petites, celui des rayons violets, sera ainsi la $\frac{1}{14,419,700,000}$ d'un pouce. L'on peut juger par là de quelle grandeur sont les sinuosités de ces particules dans leur propagation, & si ces sinuosités peuvent nous être sensibles. Le diamètre des dernières particules de la lumière est la $\frac{1}{711750}$ de celui des particules de l'air.

Un rayon du Soleil peut être composé seulement par trois particules des plus grosses de la lumière, rangées comme dans la figure 11, qui représente la coupe transversale de ce rayon. Les trois particules B, C, D, renferment entr'elles les six autres espèces. Les sept espèces seront donc contenues dans un rayon dont le diamètre sera la $\frac{1}{397,800,000}$ d'un pouce. Ce rayon ainsi composé traverse directement le verre, il le traverseroit de même obliquement, s'il n'étoit pas exposé à une réfrangibilité dont je parlerai dans la suite.

M. Newton a prouvé que les Corps nous paroissent colorés, parce qu'ils contenoient des particules prismatiques de la lumière ;

l'expérience journaliere le confirme. Les vîtesses des vibrations de ces particules étant en raison inverse de leurs diamètres (Lemme 2) ces particules ne se réfléchissent que sur celles de leur espèce contenues dans les Corps ; lorsque nous regardons un tableau , comme les seules particules des couleurs qui forment le tableau sont réfléchies , ce sont aussi les seules qui transmettent leurs vibrations à notre organe ; mais pourquoi disons-nous telle couleur rouge , ou orangée , ou bleue , &c ?

Cet effet provient non-seulement de la force & de la vîtesse des vibrations du milieu , mais encore de la construction de l'organe de la vue. Le fond de l'œil est concave , sphérique & tapissé d'un tissu de nerfs qui s'épanouissent comme une renoncule (*fig. 15*) les filets de ces nerfs se réunissent en une seule tige qui va jusqu'au *sensorium commune*. Chaque nerf est composé de sept filets qui contiennent chacun une seule espèce de particules prismatiques de la lumière , ou rouges , ou orangées , ou bleues , &c. & ces filets s'épanouissant comme les feuilles d'une renoncule conservent le même arrangement que dans la tige.

A l'aspect d'un tableau , toutes les particules prismatiques de la lumière comprises entre

L'œil & le tableau sont mises en vibrations par les couleurs analogues qui y sont peintes ; ces particules traversent le cristallin , elles se réfléchissent sur les particules de leur espèce contenues dans les extrémités épanouies de chaque nerf, & mettent en vibration ces nerfs , qui nous font concevoir l'idée de telle ou telle couleur. Les objets peints sur le tableau se représentent renversés dans le fond de l'œil de même que sur le carton d'une chambre obscure , chaque couleur met en vibration le filet qui lui répond , & qui contient les particules de son espèce ; & l'image entière se transmet ainsi à notre ame. Peut-être ces particules au lieu d'ébranler ces filets se portent-elles jusqu'au cerveau. Mais l'impression que les couleurs laissent sur notre organe , prouve que c'est par des vibrations que nous concevons l'idée des couleurs.

Ces couleurs frappent notre organe avec des forces différentes , & ces forces sont (Lemme 2,) en raison doublée directe des diamètres des particules : les vîteses de propagation sont en raison simple inverse de ces diamètres , les rayons prismatiques frapperont donc l'organe de la vue avec des forces qui seront en raison simple directe des diamètres de leurs particules,

& comme $1, \frac{1}{5}, \frac{1}{16}, \&c.$ Les rayons rouges fatigueront le plus la vue, ensuite les orangés, les jaunes, &c. mais les premiers produiront un effet beaucoup plus grand que tous les autres réunis, comme on le voit par le rapport de $1, \frac{1}{5} + \frac{1}{13} + \frac{1}{24}, \&c.$

Les Corps qui ne contiennent dans leurs pores aucune des couleurs prismatiques nous paroissent noirs, parce qu'ils ne réfléchissent aucune des particules de la lumière; ces Corps ne contiennent que des particules du fluide du feu sur lesquelles celles de la lumière ne peuvent se réfléchir, comme nous le verrons bientôt.

Les Corps qui contiennent un mélange de toutes les couleurs nous paroissent blancs, parce que toutes les particules de la lumière sont mises en vibration dans leur ordre ordinaire; ils ne peuvent paroître d'une couleur différente de celle de la lumière qui nous représente toujours la couleur blanche; d'où nous pouvons conclure que la lumière est composée du mouvement de toutes les couleurs prismatiques. Mais dans ce mouvement la propagation n'est pas toujours la même: ce mouvement est-il lent? elle est divergente, comme

la lumière qui produit le jour. Est-il prompt ? elle est directe, comme dans les rayons du Soleil. Ces différences viennent de ce que le mouvement est ou ondulatif, ou vibratif, ou l'un & l'autre en même-tems. Ondulatif ? la propagation est divergente comme dans les sons. Absolument vibratif & local ? elle est directe comme dans les rayons du Soleil, elle participe ensuite de l'un & de l'autre état. De là tous les phénomènes des ombres de la lumière.

J'ai dit ci-dessus que les vibrations qui donnoient les sons & les tons les plus aigus ne pouvoient agir sur les plus grosses particules de la lumière, à plus forte raison ne pourront-elles agir sur les autres, il faudroit des vibrations respectivement 5, 13, 24, &c. fois plus promptes pour produire chacune des couleurs successives, il faudroit que les cordes d'un instrument fissent 413,037,452,800 vibrations en 1" pour mettre en vibration les plus petites particules de la lumière, celles des rayons violets, & pour produire la couleur violette.

L'on voit par ce que je viens de dire de l'hétérogénéité de la lumière que s'il falloit en admettre une dans l'air, comme dans la lumière,

pour avoir tous les différens tons , il faudroit environ 512 particules placées dans les intervalles les unes des autres ; les dernières feroient des million de million de fois plus petites que les premières , ou leurs diamètres feroient aux diamètres de celles-ci comme 1, suivi de 512 zéro , à 1. Il est donc évident que l'on ne peut reconnoître l'air hétérogène.

Mais par rapport à l'hétérogénéité de la lumière , l'on pourroit croire que ses particules au lieu de passer dans les intervalles les unes des autres, savoir , les plus petites dans les intervalles des plus grandes , traverseroient dans les pores mêmes de ces dernières. Mais alors il faudroit qu'il y eût à-peu-près autant de différence entre chaque espèce des particules de la lumière , qu'entre celles-ci & les particules de l'air , ce qui donneroit une différence de grosseur entre ces sept especes de particules , qui ne peut être admise.

Enfin , il pourroit se faire que ces particules au lieu d'être rangées dans les intervalles les unes des autres , & au lieu d'avoir leurs diamètres moitié de celui des précédentes , eussent leurs diamètres successivement le $\frac{1}{5}$ de celui de la particule précédente : dès-lors leurs diamè-

tres feroient comme $1, \frac{1}{5}, \frac{1}{125}, \frac{1}{625}, \frac{1}{3125}, \frac{1}{15625}$.
 La communication entre toutes ces particules paroîtroit plus facile, mais la différence des diamètres entre les particules des rayons rouges, & celles des rayons violets :: $1 : \frac{1}{15625}$ feroit trop grande suivant les phénomènes ; le rapport de leur grosseur :: $1 : \frac{1}{3,814,697,265,625}$ donneroit une différence prodigieuse. Enfin celui de leur action sur notre organe :: $1 : \frac{1}{244,140,625}$, nous feroit beaucoup trop sensible.
 L'on ne peut donc pas admettre une telle hétérogénéité, la seule que l'on puisse admettre est celle qui reconnoît les particules de la lumière dans les intervalles les unes des autres & le rapport de leurs diamètres, comme $1, \frac{1}{5}, \frac{1}{13}$, &c.

Si l'on sépare ces particules avec le prisme, elles reprendront bientôt leur arrangement naturel, & si l'on fait un vuide, à l'instant une même espèce pourra l'occuper. J'ai dit que chaque espèce de ces particules pouvoit se dilater au point de remplir un vuide de plusieurs millions de lieues, sur une étendue égale à celle qu'il y a d'ici au Soleil ; il fera donc facile

à chaque espèce prismatique de remplir en un instant un espace vuide, quelque grand que nous puissions le former. Si d'autres espèces de particules sont introduites dans le même espace, elles reprendront bientôt leur ordre naturel, en vertu de leur force élastique, (Lemme 2.) Si l'espace n'est rempli que de particules violettes, introduisant dans cette espace des particules rouges, comme leur force élastique est plus grande que celle des particules violettes, elles repousseront celles-ci, & occuperont tout l'espace ne laissant aux particules violettes que leurs intervalles à occuper, les particules orangées par leur force élastique supérieure à celle des violettes, reprendront leur arrangement ordinaire dans les intervalles des particules rouges, forçant de même les particules violettes de n'occuper que les intervalles qu'elles laissent avec les particules rouges; les jaunes en feront autant, de même que les vertes, & les particules indigo. Les particules violettes feront donc réduites à leurs intervalles ordinaires, comme dans le mélange des couleurs de la lumière. L'on voit en même-tems que si les particules rouges occupoient seules l'espace, les autres particules reprendroient bientôt leur arrangement ordinaire dans les intervalles de ces particules.

Les particules de chaque espèce se toucheront par l'espace ou par l'ouverture qui se trouve entre chaque intervalle ; la largeur de cette ouverture n'est environ que d'un $\frac{1}{6}$ plus petite que le diamètre de la particule qui est forcée de se comprimer de cette même quantité en passant par cette ouverture ; les particules de chaque espèce se toucheront donc mutuellement , & elles se communiqueront facilement & leur mouvement & leurs vibrations.

Ce milieu hétérogène est plus dense que s'il étoit homogène où qu'il fût composé des seules grosses particules rouges , & cette densité est en raison directe de l'hétérogénéité. En comparant les densités de l'air & de la lumière, j'ai considéré leurs particules comme sphériques : mais celles de l'air ne le sont pas ; elles occupent tout l'espace qu'elles devroient laisser entr'elles en vertu d'une pareille sphéricité ; par-là la densité de ce fluide, ou sa quantité de matière, est augmentée sous un même volume. Les particules de la lumière conservent leur sphéricité, mais leur densité, ou leur quantité de matière est augmentée par l'hétérogénéité. Tout est à-peu-près compensé , & les quantités

de matière de ces deux milieux sous un même volume peuvent se trouver ainsi que je les ai données ci-dessus : : 246,950,000 : 1 ; leurs pesanteurs seront en cette même raison. Quant à leurs forces élastiques , celle de la lumière est composée de la pression des sept particules de ce fluide ; la force élastique de l'air agit de toutes parts. Le rapport de leurs pressions sera donc toujours : : 905474 : 1.

La propagation de la lumière est composée de celle de toutes les couleurs prismatiques ; si la vitesse de cette propagation suivoit la promptitude de l'élasticité des plus petites , il faudroit changer le rapport précédent ; mais les particules des sept espèces de ce fluide placées dans les intervalles les unes des autres se meuvent toutes ensemble , & le mouvement des plus petites est subordonné à celui des plus grandes.

Les particules placées dans les intervalles des plus grandes , excèdent environ d'un $\frac{1}{6}$ de leurs diamètres les passages qu'il faut qu'elles traversent , pour aller d'un intervalle dans un autre (*fig. II,*) ; retenues par-là , elles ne peuvent se propager séparément , à moins que les autres ne soient arrêtées. Elles se communiqueront

ront donc seulement entr'elles leurs vibrations, & elles ne sortiront de leur position respective qu'autant que le prisme, ou quelque autre Corps les décomposera. La propagation de la lumière suit donc comme je viens de le dire, la promptitude de l'élasticité des plus grosses; le rapport 905474 : 1, est celui des vitesses de propagation de la lumière & de l'air, & le rapport 1 : 9750, celui des diamètres de leurs particules dans leur état ordinaire.

C'est une question aujourd'hui assez agitée parmi les Physiciens, si le spectre solaire, dans l'expérience du prisme n'est composé que de sept espèces de couleurs, ou s'il l'est d'un plus grand nombre. Quelques personnes prétendent qu'il y a une infinité de couleurs. J'ai répété les expériences de Newton, & j'en ai fait plusieurs autres. Loin de reconnoître un grand nombre de couleurs, il m'a paru qu'il n'y avoit proprement que cinq couleurs tranchantes, savoir, le rouge, le jaune, le verd, le bleu & le violet; l'orangé & l'indigo ne paroissant être que des nuances, le premier entre le rouge & le jaune, & le second entre le bleu & le violet. L'on paroîtroit d'autant plus autorisé à ne pas les regarder comme des vraies couleurs, qu'avec des rayons rouges & jaunes,

l'on forme la couleur orangée , & qu'avec le bleu & le violet l'on fait l'indigo ; mais une expérience décide de l'état de ces couleurs : si l'on oppose un prisme à ces rayons mêlés , le prisme les décompose pendant que les vrais rayons oranger & indigo , ne souffrent aucune altération en passant par le même prisme. Cette expérience prouve évidemment que ces couleurs sont primitives. Si l'on mélange de même les rayons qui forment des nuances entre les autres couleurs , comme entre le jaune & le verd , & entre le verd & le bleu , ces rayons sont décomposés & ceux qui en résultent sont ou jaunes & verds , ou verds & bleus ; ce qui prouve que , ces nuances ne sont pas semblables à celles de l'oranger & de l'indigo. Toutes les autres nuances ne sont que des couleurs plus ou moins affoiblies. Il paroît donc que l'on veut confondre aujourd'hui les vraies couleurs de la lumière avec ses nuances , & qu'il n'existe réellement au plus que sept particules prismatiques.

Il est difficile d'en reconnoître un plus grand nombre , si l'on en admettoit seulement 10 , la petitesse des dernières particules , seroit très-grande , le diamètre de la dernière espèce se trouveroit 165 fois plus petit que celui des

premières, & les particules de la plus petite espèce feroient 4,492,125 fois moins grosses que les premières. Si l'on supposoit un plus grand nombre d'espèces, comme 100 & 1000, il est évident au premier coup d'œil, que les particules de la dernière espèce feroient beaucoup trop petites en comparaison des particules de la première espèce, la différence de leur grosseur se trouveroit de plus de 100,000,000.

L'on voit par-là que l'esprit de système ne peut pas se former un champ libre dans la supposition d'un nombre de particules plus grand que sept, ce nombre a été créé & déterminé par la Nature pour le conformer à son effet sur nos organes; car dans la Nature même le nombre de ces particules ne feroit que de cinq espèces, & tous les phénomènes pourroient subsister également. Le rouge & le jaune produisent l'oranger; & le bleu & le violet forment l'indigo; il seroit donc inutile que ces deux couleurs existassent en particulier, mais leur existence est nécessaire pour notre organe, pour nos sens, ainsi qu'on le verra dans la suite. D'ailleurs, la plupart des expériences de Newton & celles que j'ai faites, m'ont fait reconnoître les sept espèces de particules prismatiques, entr'autres l'expérience suivante.

J'ai introduit dans une chambre obscure un rayon de lumière ; lui ayant présenté un prisme , j'ai eu le spectre solaire ordinaire , mais pour diminuer la largeur de l'image , j'ai mis derrière le prisme & assez obliquement un objectif de plus de 20 pieds de foyer , les couleurs se sont trouvées plus vives & d'une étendue égale en hauteur à l'image précédente , mais beaucoup plus étroite.

J'ai exposé au nouveau spectre un second prisme C D, (*fig. 16*) , dans toute sa longueur & à deux pouces du carton sur lequel tomboit le spectre solaire , observant que sa largeur n'excéda pas celle du prisme ; alors j'ai obtenu une seconde image M N, (*fig. 16*) qui représentait dans un de ses côtés P Q , des couleurs très-vives ; savoir , le rouge , l'oranger , le jaune , le verd , le bleu , l'indigo & le violet ; de l'autre côté de la figure le rouge étoit plus étendu , & l'orangé montoit en parallèle du verd , le verd du bleu , &c. le milieu de l'image étoit occupé par des couleurs beaucoup plus claires ; cette expérience donne les couleurs prismatiques , très-distinctes & très-vives , dans un image dont la largeur est au plus d'un demi-pouce , & sa hauteur de 7 à 8 pouces.

Lorsque le Soleil cesse d'être moins vif &

qu'il commence à quitter le prisme placé vers la fenêtre, alors l'on voit plus distinctement ces couleurs; le rouge s'étend, l'orangé se détache, ainsi que le jaune. Ces expériences doivent être faites avec soin & répétées plusieurs fois pour avoir un résultat exact.



CHAPITRE V.

Le Feu.

PERSONNE n'ignore les principaux effets de cet élément , prompt & actif , il divise & consume tous les Corps. Le feu de nos foyers & celui du Soleil produisent les mêmes effets , ils diffèrent seulement dans leurs forces. Celui des foyers est plus grossier , il est soumis à une pesanteur sensible , pendant que le feu du Soleil ne paroît être que la matière pure de cet élément , généralement répandu par-tout. Ce qu'il est facile de prouver.

L'on fait que le verre noir ne laisse passer aucune des couleurs prismatiques , aucune des particules de la lumière. Or , si l'on regarde le Soleil avec un tel verre , il nous paroît imprégné de la matière du feu , il présente le même aspect qu'un tison ardent. Ce fluide s'étend donc du Soleil jusques à nous , puisqu'il communique de l'astre à notre œil. Regardant les Etoiles fixes avec un semblable verre , elles paroissent imprégnées de la même matière ,

preuve certaine que ce fluide communique encore de notre œil à chacun de ces astres, & qu'il est généralement répandu par-tout.

Les particules de ce fluide sont-elles plus petites que celles de la lumière, & les traversent-elles? Pour le voir il suffit de faire l'expérience suivante: L'on fait qu'en regardant le Soleil avec des verres teints des différentes couleurs prismatiques, rouge, orangée ou jaune, &c. cet astre nous paroît d'une couleur semblable à celle du verre, parce que la couleur du verre ne laisse passer que les rayons de son espèce. Or si l'on apperçoit cet astre, en regardant au travers de ces verres avec un verre noir, il sera évident que les particules du fluide du feu passent par les pores mêmes des différentes particules de la lumière. Ayant commencé ces expériences avec un verre rouge, j'ai vu le disque du Soleil à peu près le même qu'avec le seul verre noir, savoir, imprégné d'une matière de feu, preuve évidente que les particules du fluide du feu traversent les particules rouges de la lumière. Il en a été de même des verres orangés ou jaunes; mais je n'ai pu appercevoir le disque de cet astre en me servant des verres de couleur verte, bleue, indigo & violette; les particules du

fluide du feu ne traversent donc pas ces dernières particules de la lumière.

Il est difficile de se procurer des verres d'une seule teinte. M. Briffon, de l'Académie des Sciences, a bien voulu me prêter des verres colorés qu'il avoit fait faire lui-même, & parmi ces verres, il ne s'est trouvé que les verres rouges & verts qui ne laissoient passer aucun autre rayon du Soleil. J'ai été obligé de réunir plusieurs verres des autres couleurs pour avoir une plus grande densité, & alors ils ne laissoient passer que la couleur dont ils étoient teints.

Avant de faire ces expériences, il est nécessaire de vérifier les verres dont on veut se servir. Ce qui est facile, en faisant passer au travers du verre coloré un rayon du Soleil, que l'on reçoit ensuite sur un prisme : si le rayon est décomposé, le verre est teint de plusieurs couleurs.

Il résulte de ces expériences que les particules du feu traversent les pores des particules rouges, orangés & jaunes, & qu'elles ne peuvent traverser les particules vertes, bleues, indigo & violettes. Or les particules violettes, qui ne traversent nullement les particules rouges de la lumière, ont leur diamètre à celui des particules rouges, comme 1 à 73. Les particules

du feu ne traversant point les particules vertes, peuvent donc avoir le même rapport avec ces dernières, & leurs diamètres peuvent être :: 1 : 73. Alors le diamètre des particules jaunes, feroit à celui des particules du fluide du feu, comme 140 : 1, & ces dernières pourroient passer par les pores des premières. Le diamètre des particules du feu feroit ainsi à celui des particules rouges, comme 1 : 1752, & à celui des particules violettes de la lumière :: 1 : 24.

Ce fluide doit être élastique, autrement les Corps célestes ne pourroient se mouvoir dans son milieu. Ses particules (Chap. 2) seront donc composées de petits ressorts ou filamens élastiques susceptibles de vibrations. Ce sont ces vibrations qui, comme on le verra par la suite, produisent la chaleur, elles se propagent de toutes parts en divergeant, de même que les vibrations de l'air, qui produisent les sons. La conformité des propagations de la chaleur & des sons, me fait croire que les particules du fluide du feu & celles de l'air sont à-peu-près semblables ; les unes & les autres étant composées différemment de celles de la lumière dont la propagation est toujours directe. Les filamens élastiques des particules

du feu ne se réuniront point à un même centre comme dans celles de la lumière, mais ils formeront des pores égaux, dans toute l'étendue de ces particules comme dans celles de l'air. La propagation des vibrations du fluide du feu, se fera donc ou par ondulation ou par vibration, ou par ondulation vibrative, comme celle des sons (Chap. 3). Mais les particules de l'air & du feu diffèrent dans leur composition. Les filamens des particules du feu sont composés d'autres filamens plus petits (*fig. 17*), comme ceux des particules de la lumière (*fig. 10*); dans la pression du fluide du feu, ces filamens s'ouvrent, pour ainsi dire, & forment de petites sphères élastiques dont les axes augmentent dans la dilatation, & se rétrécissent dans la pression. Cette composition rend les particules de ce fluide susceptible d'un bien plus grand nombre de vibrations que les particules de l'air dont les filamens ne sont nullement composés; aussi le premier fluide produit des phénomènes dont le dernier n'est aucunement susceptible.

Celui-ci est 550000 fois plus comprimé dans son état ordinaire que dans son état primitif, & ses particules sont réduites environ à $\frac{1}{82}$ de leurs diamètres. Le fluide du feu est pa-

reillement comprimé, mais il ne l'est pas autant. Le premier est comprimé par son propre poids vers la terre. Le second n'a d'autre pression que celle qui lui vient de l'élasticité de ses particules : élasticité qui entretient sa continuité. L'on fait seulement par les expériences, qu'il se dilate beaucoup plus que la lumière dont les particules sont comprimées environ d'un $\frac{1}{100}$ de leurs diamètres. Les particules du fluide du feu pourront être comprimées des $\frac{5}{6}$ de leurs diamètres, ou elles seront réduites à $\frac{1}{6}$ de leurs diamètres dans leur pression ordinaire. Une telle pression entretiendra facilement la continuité de ce fluide dans toute l'étendue de l'Univers ; car si ses particules pouvoient se dilater totalement, elles occuperoient un espace $6 = 216$ fois plus grand que celui de l'Univers.

Je viens de dire que les particules du feu pouvoient avoir leurs diamètres, la $\frac{1}{24}$ de celui des particules violettes de la lumière, & dans cet état elles sont réduites à $\frac{1}{6}$ de leurs diamètres. Dans leur plus grande dilatation ce

diamètre ne feroit donc plus que le $\frac{1}{4}$ de celui des particules violettes.

Tel feroit le rapport des longueurs & des diamètres des filamens qui composeroient les particules du feu & les particules violettes de la lumière, si les particules de ces deux fluides étoient semblables.

De même les diamètres des particules du feu dans leur état ordinaire étant à ceux des particules rouges de la lumière :: $\frac{1}{1752}$: 1, ces dia-

mètres feroient dans la dilatation :: $\frac{1}{292}$: 1. Les longueurs & les diamètres de leurs filamens en cette même raison, ainsi que leurs forces élastiques; les grosseurs de leurs filamens feroient en cette raison doublée, & les grosseurs totales de leurs particules par conséquent en cette raison triplée.

Mais il en est des particules du feu comme de celles de l'air. Dans la pression elles acquièrent de la force élastique, & cette force suit la raison triplée inverse des diamètres des particules comprimées (Chap. 3), les particules du feu dans leur dilatation ont leurs diamètres 6 fois plus grands que dans leur état ordinaire, & ces diamètres sont à ceux des particules de

La lumière :: $\frac{1}{292} : 1$. Les vîteses de la propagation des vibrations dans ces milieux seront en cette même raison, savoir en raison inverse des diamètres de leurs particules. Dans la pression les particules du feu étant réduites à $\frac{1}{6}$ de leurs diamètres, la force élastique de ce milieu devient deux cents seize fois plus grande, elle sera donc à celle de la lumière, que l'on peut considérer à-peu-près comme nulle, (1) :: $\frac{216}{292} : 1 = : 4 : 5$.

Quant à la vîtesse de propagation des vibrations de ces milieux, comme cette vîtesse augmente en raison de leurs pressions, elle sera 216 fois plus grande, & elle sera dans les milieux du feu & de la lumière :: $\frac{1}{292 \times 216} : 1 = : : \frac{1}{63072} : 1$, & les promptitudes des vibrations de ces fluides seront en cette même raison. Les longueurs des filamens des particules du feu & de la lumière seront :: $\frac{1}{292} : 1$; les diamètres de ces filamens en cette même raison, & leurs grosseurs en cette raison

(1) Le diamètre des particules de la lumière n'est comparé environ que d'un $\frac{1}{1000}$

doublée pendant que les diamètres de leurs particules seront comme $\frac{1}{1752} : 1$.

Les forces de pression du feu & de la lumière seront donc $:: 4 : 5$. Or la lumière presse un espace égal à un pied quarré avec une force $= 21 \frac{1}{2}$ grains, le fluide du feu pressera donc un pareil espace avec force égale $17 \frac{3}{5}$ grains.

Les résistances que les Corps célestes éprouvent dans ces milieux sont en raison composée directe de ces forces élastiques & directe de leurs quantités de matière, elles sont donc dans ces milieux d'abord $:: 4 : 5$. quant à leurs quantités de matière. Comme les pores des particules de la lumière diminuent de leurs surfaces à leurs centres, la porosité de ce milieu seroit égale à celle d'un fluide dont la grandeur des pores se trouveroit moyenne entre celle de ses plus grands & de ses plus petits pores; or (lemme : 1) , la porosité du fluide du feu égale dans toute l'étendue de ses particules, le seroit aussi à ce second fluide. Donc les quantités de matière du feu & de la lumière sont égales sous un même volume dans leur dilatation : mais les particules du feu sont 216 fois plus comprimées, ces quantités de matière

sont donc :: 216 : 1, & les résistances que les Corps célestes éprouveront dans ces milieux :: $216 \times 4 : 5 = 172 \frac{4}{5} : 1$. Les pesanteurs des deux milieux sous un même volume, seront :: 216 : 1. Or un pied cube de la lumière pese $\frac{1}{257140}$ grain, un pied cube du fluide du feu pesera donc $\frac{1}{1192}$ grains.

Les particules de l'air font à-peu-près 6400 vibrations en 1'', celles de la lumière 5,795,033,600 dans le même-tems ; les promptitudes des vibrations des particules du fluide du feu étant à celles des particules de la lumière :: 63,072 : 1, les particules du feu feront 355,504,159,219,200 vibrations en 1."

Lorsque ce dernier fluide est agité, ses vibrations se communiquent aux petites sphères élastiques qui composent les particules. Ces sphères comprimées jusqu'à $\frac{1}{6}$ de leurs diamètres se dilatent peu-à-peu, elles prennent une forme sphérique & augmentent l'étendue de ces particules. Elles agissent d'abord contre les particules vertes, bleues, indigo & violettes de la lumière, & ne passant plus avec la même facilité au travers des pores qui sont vers les centres des particules rouges, orangées & jaunes,

elles mettent ces particules en vibration avec les autres & produisent ainsi de la lumière, de même les particules de la lumière étant agitées, savoir, les rouges, les orangées & les jaunes, elles mettent en vibration les particules du fluide du feu, qui sont dans leurs pores, & produisent de la chaleur; en général les unes & les autres produisent de la chaleur & de la lumière.

Le fluide du feu comprimé comme l'air ne forme qu'un fluide continu, ce fluide est susceptible de même que l'air d'ondulations vibratives plus ou moins larges & plus ou moins promptes dans leur propagation toujours divergente; dans ces ondulations vibratives elles se dilateront, comme je viens de le dire, & agissant contre les particules du même fluide qui se trouvent dans les Corps, elles le diviseront, soit en pénétrant elles-mêmes dans les pores de ces Corps, soit en dilatant les particules de leur fluide, qui se trouvent dans ces pores.

L'on a vu (Chap. 3), que le diamètre d'une particule de l'air étoit les $\frac{2}{7}$ du diamètre des pores du buis, le diamètre des particules les plus grosses de la lumière en fera ainsi
la

la $\frac{1}{34145}$, celui des particules du fluide du feu en fera donc la $\frac{1}{25,677,040}$. Quoique le buis soit un bois très-dense les métaux le sont encore beaucoup plus, & les diamètres des pores des métaux sont au plus la $\frac{1}{100}$ partie de ceux des pores du buis; les particules du fluide du feu pourront donc traverser les métaux avec la plus grande facilité, & la chaleur dont ce fluide est l'agent pourra se répandre également partout & au travers de tous les Corps de la Nature.

Les diamètres des particules de l'air, de la lumière & du feu sont donc comme 9750 :

1 : $\frac{1}{1752}$, en prenant le diamètre des plus grosses de la lumière pour l'unité : si au contraire l'on prend pour l'unité, le diamètre des plus petites, celui des particules violettes, comme ce diamètre est 73 fois plus petit que celui des particules rouges, l'on aura alors le rapport des diamètres des particules de ces trois fluides, comme 711750 : 1 : $\frac{1}{24}$.

Quelques Physiciens pensent que les rayons rouges de la lumière, sont les particules mêmes du feu; si l'on regarde le Soleil avec un verre teint en rouge, cet astre paroît rouge; si on le

regarde avec un verre noir il paroît rouge ; soit qu'on regarde le Soleil avec un verre noir au travers d'un verre rouge , ou avec un verre rouge au travers d'un verre noir , l'astre paroît toujours rouge : ces rayons rouges qui communiquent de l'astre à notre œil feroient-ils les mêmes ? Une seule expérience décide la question. Ayant exposé le verre teint en rouge aux rayons du Soleil , & ayant fait tomber les seuls rayons rouges qui le traversoient sur un verre noir , ces rayons n'ont point passé au travers de ce dernier verre , & cependant en regardant l'astre au travers des deux verres je le voyois d'une couleur rouge ou de feu.

Changeant les verres de position & plaçant le verre noir entre l'astre & le verre rouge , les rayons rouges étoient interceptés , quoique l'astre parût rouge au travers des deux verres ; ces rayons ne sont donc pas les mêmes , & il est évident que ceux du feu traversent les rayons rouges de la lumière. D'ailleurs les couleurs rouges dont l'astre paroît teint avec les deux verres , ne sont pas exactement semblables ; celle que produit le verre noir est d'une couleur de feu , pendant que la couleur que donne le verre rouge est du plus beau rouge de la lumière.

Pourquoi ces deux couleurs approchent-elles l'une de l'autre ? pourquoi le fluide du feu produit-il la couleur rouge ? Il est facile de l'expliquer : les particules du fluide du feu passent dans les pores des particules rouges de la lumière, & les pores de celles-ci diminuent de la circonférence au centre ; les particules du feu, traverseront donc plus difficilement ces particules à ce centre qu'à leur surface, & elles agiteront les particules rouges qui sont dans les tissus des filamens de notre nerf optique ; filamens qui nous font concevoir l'idée du rouge ; peut-être ces filamens contiennent-ils eux-mêmes des particules du feu, qui mises en vibration par les particules semblables nous donnent l'idée du rouge ? C'est ce que j'examinerai ailleurs.

Si l'expérience ne prouvoit pas que les particules du feu traversent les particules rouges de la lumière, l'on pourroit croire, que les particules du feu sont plus grosses que celles-ci, elles pourroient être les particules B C D, (*fig. 11,*) que j'ai désignées par R; dès-lors les particules O, comprises dans l'intervalle des particules B C D, ou du feu, seroient les particules rouges de la lumière; les J, donneroient l'orangé, &c. & l'on auroit le rapport

des diamètres des particules de la lumière ,
celles du feu étant prises $= 5$. Comme
rouge, or, jaune, verd, bleu, indigo, violet.

$1, \frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{1}{7}, \frac{1}{11}, \frac{1}{14}, \frac{1}{17}$. Ces dernières particules (les violettes) pourroient occuper les intervalles désignées par les n^{os} 13, 14, 15, 16, 17, 18. & par les n^{os} 19, 20, 21, &c. voyez la note ci-dessus (pag. 83,) il y auroit moins de différence entre les diamètres des particules rouges & ceux des particules violettes, 1, & $\frac{1}{17}$ qu'entre les diamètres de ces particules dans le premier arrangement 1, & $\frac{1}{73}$.

Mais les particules du feu ne peuvent être plus grosses que celles de la lumière, puisqu'elles les traversent elles sont au contraire beaucoup plus petites. Il faut donc admettre approchant les diamètres des particules des deux fluides, tels que je les ai donnés.



CHAPITRE VI.

Fluide Magnétique.

PERSONNE ne peut douter que les fluides de l'air, de la lumière & du feu n'existent, l'expérience le prouve à chaque instant. L'on va voir que l'existence du fluide que je nomme Magnétique n'est pas moins certaine. Voyons d'abord quels sont les principaux phénomènes que nous présente l'aimant.

L'aimant dur, friable & cassant ne paroît être composé que de particules ferrugineuses, terreuses, ce qui le fait mettre dans la classe des Pierres. Quelques Minéralogistes le mettent dans celle des Mines. En quel tems & comment cette pierre a-t-elle été découverte ? Il est difficile de le dire. Cette pierre n'a été vraisemblablement découverte que par hazard. L'on ne fait si les lunettes, la poudre à canon ont été découvertes par des combinaisons. Il est possible que l'on soit parvenu à ces découvertes par réflexion, il y avoit des expériences qui pouvoient y conduire. Mais pour l'aimant, un

Pâtre, comme le premier Physicien, a pu découvrir la vertu attractive de cette pierre & même plutôt le Pâtre qui parcourt les champs. Si l'on en croit Cabeus, elle fut trouvée sur le Mont-Ida; elle aura pu être trouvée sur une montagne. Quant au Mont-Ida, il n'est pas étonnant que les Anciens qui en tiroient toutes leurs merveilles aient cru qu'elle a été découverte sur cette montagne : ils ne connoissoient guères de cette pierre que sa propriété d'attirer & de repousser le fer. Plus occupés à se détruire les uns & les autres qu'à acquérir des connoissances, ils ne cherchèrent nullement à connoître la nature de l'aimant & les causes du Magnétisme. Les peuples qui succédèrent aux Romains ne pensèrent qu'à conserver leurs conquêtes, & à se les disputer entr'eux. Pendant tout ce tems, qui comprend bien des siècles, l'aimant fut presque oublié, quelques Philosophes parlerent seulement de ses qualités occultes ou de ses vertus. Vers le 14^e siècle un hazard plus heureux que le premier fit découvrir la Bouffole, ou la propriété de l'aimant en vertu de laquelle il tourne un de ses poles vers le nord & l'autre vers le sud; la Bouffole fut employée avec le plus grand succès par Christophe Colomb; mais tel est le malheur de l'humanité, il semble

que les inventions qui doivent lui être les plus utiles lui soient les plus nuisibles. Cette découverte a produit la destruction d'un quart du genre humain ; l'Amérique se ressentira presque toujours de l'invasion des Européens. Actuellement elle sert de tombeau à l'Afrique & à l'Europe. Cette découverte , à la vérité , a étendu nos connoissances, elle nous a donné plus de ressources , plus d'activité ; mais n'a-t-elle pas augmenté nos besoins , notre cupidité & nos passions ? Le théâtre de nos guerres s'est aggrandi , les dépenses de la Marine se sont accrues ; delà les impôts ont été multipliés ; & le Cultivateur pour quelques épices & quelques ingrédients dont il jouit à peine , paie de la sueur de son front & même de son sang ces découvertes. Le riche , le seul qui dût y perdre , y a gagné , par-tout le peuple y a perdu ; mais laissons-là des réflexions & des discussions qui nous mèneroient trop loin , & qui s'éloignent trop de mon objet. Voyons quelles sont les différentes propriétés de l'aimant.

Si l'on présente un aimant *A* , à un morceau de fer *B* (*fig. 18.*) l'on voit à l'instant le fer s'approcher de l'aimant ; si l'on retourne l'aimant en lui présentant l'autre côté , il l'attire encore & à peu-près avec la même vitesse. C'est le

premier phénomène observé par les Anciens.

Mais si le corps B est un aimant, il l'attire par le premier côté & le repousse par le second ; d'où il résulte que chaque aimant a deux poles opposés , l'un d'attraction & l'autre de répulsion. Ce qui indique une matière qui sort d'un pole & qui rentre par l'autre : si l'on en doute que l'on passe dans un carton un aimant en sorte que ses poles & son axe soient dans le plan du carton ; tamisant sur cet aimant de la limaille de fer , à l'instant où cette limaille tombe sur le carton , on lui voit prendre un arrangement à-peu près semblable à celui de la figure 19 , (1). Or qui peut douter que ce ne soit une matière imperceptible pour nous qui range ainsi cette limaille , & qui circule d'un pole à l'autre de ce Corps ?

Si l'on présente devant un de ses poles de l'or, du plomb & tout corps , autre que du fer , la limaille tamisée prend le même arrangement qu'auparavant ; preuve non équivoque de la facilité avec laquelle ce fluide traverse tous ces Corps.

J'ai présenté deux aimans par leurs poles d'attraction , & j'ai tamisé sur eux de la limaille ;

(1) Cette figure est celle que m'a donné l'aiman du Cabinet de Sainte-Geneviève.

cette limaille a pris un arrangement semblable à celui des courbes de la figure 20. Ayant tourné un de ces aimants de manière que leurs poles *sud* de répulsion se présentassent l'un à l'autre, la limaille a pris l'arrangement des courbes de la figure 21 : ce qui prouve que ces aimants se repoussent comme deux fusées dont les feux se rencontrent. Ces aimants présentés l'un à l'autre par leurs poles *nord*, j'ai obtenu les courbes de la figure 22, & ils se sont repoussés.

Un aimant mis sur une planche de sapin, qui surnage sur l'eau, présente un phénomène plus étonnant; un des poles de cet aimant se tourne vers le nord & l'autre vers le sud, & si on le dérange de sa position, il la reprend bientôt. Je nomme pole austral le pole qui se tourne vers le nord, & pole boréal celui qui regarde le sud; on en verra la raison par la suite. Un aimant a donc un équateur & des méridiens représentés par les courbes de la limaille des figures précédentes.

Ayant déterminé les poles & l'axe d'un aimant, si on le laisse flotter librement sur l'eau & qu'on le place dans une ligne méridienne, l'on remarque bientôt que ses poles ne regardent pas exactement ceux du monde, mais

qu'ils déclinent plus ou moins à l'est ou à l'ouest suivant les lieux de la terre où se fait cette observation. L'angle que forme l'axe de l'aimant avec la méridienne, angle que l'on nomme déclinaison, varie, non pas seulement chaque année, mais chaque mois, chaque jour & à toutes les heures, minutes & secondes dans un même lieu.

Bien plus, si l'on fait nager un aimant sphérique dans un vase plein de mercure, non-seulement il dirige ses poles vers le nord & vers le sud comme précédemment, mais encore son axe s'incline à l'horison; si l'on le dérange il reprend sa première position. Expériences qui prouvent évidemment que la terre est un gros aimant qui a deux poles magnétiques.

On a fait des expériences pour connoître la force des aimants, il s'en est trouvé qui attiroient jusques à 14 pieds, pendant que d'autres attiroient à peine à 8 ou 9 pouces. La force d'un aimant n'est pas toujours la même, elle est plus grande dans certains jours que dans d'autres sans qu'il paroisse que ni la chaleur, ni l'humidité, ni la sécheresse de l'air aient part à cet effet. L'on fait par d'autres expériences que la force magnétique devient plus considérable à mesure que le Corps attiré s'approche

de l'aimant , & quelle est la plus grande de toutes au point de contact. Mais la proportion de cette force dans les différentes distances n'est pas la même pour tous les aimants , (Encyclop. art. *Aimant*) ce qui fait qu'on ne sauroit établir de règle générale.

Voici le résultat d'une expérience faite avec soin : M. Dutour , ayant placé une aiguille sur un bassin plein d'eau , & lui ayant présenté un aimant à la distance de 13 pouces , ce qui étoit à-peu-près le terme de la sphère d'activité de cet aimant , l'aiguille a employé à parcourir :

Le 1 ^{er} pouce..	120"	8 ^e	16"
2.....	110	9.....	12
3.....	70	10....	6
4.....	62	11....	3
5.....	56	12 & 13.	1
6.....	44		
7.....	28	Total.	528" = 8' 48"

La répulsion a donné des résultats à-peu-près semblables à ceux de l'attraction. Cependant il y a des poles répulsifs qui ont moins de force que les poles d'attraction.

Tous les effets d'attraction & de répulsion réciproques de deux aimants n'éprouvent aucun dérangement de la part des Corps solides ni

des fluides ; l'attraction & la répulsion de deux aimants étoient également fortes, dit M. le Monnier, (Encyclop.) soit qu'il y eût une masse de plomb de 100 livres entre deux, soit qu'il n'y eût que de l'air libre. Le fer seul paroît intercepter la matière magnétique. Une plaque de fer battu interposé entre deux aimants affoiblit considérablement leurs forces attractives & répulsives, pendant que ni le vent, ni la flamme, ni le courant des eaux n'interrompent l'effet de l'attraction & de la répulsion de ces deux aimants ; ces actions sont également vives dans l'air condensé & dans l'air raréfié de la machine pneumatique.

Si l'on présente un morceau de fer à un aimant, le fer s'en approche comme on l'a dit ci-dessus. Tamisant de la limaille au-dessus de ces deux Corps, cette limaille prend un arrangement semblable à celui des deux aimants de la figure 20, preuve non équivoque que le fer ne s'approche de l'aimant qu'en devenant un aimant lui-même. En effet ayant séparé le fer de l'aimant, le fer s'est trouvé avoir deux poles, un équateur, & des méridiens magnétiques comme un aimant ordinaire, & il a produit les mêmes phénomènes ; mais beaucoup plus foibles.

Cette attraction de l'aimant & du fer s'étend

également sur les Corps qui contiennent des particules de ce métal, & par-là il attire un grand nombre de matières, des parcelles de terre, de sable, de pierres, des sels, des huiles, des charbons, &c. L'aimant est la pierre de touche pour découvrir le fer quelque part qu'il se trouve.

La chaleur excessive du fer ne diminue pas non plus les effets magnétiques; car (dit M. le i onnier) on a appliqué le pôle boréal d'un aimant sur un clou à latte tout rouge, qui a été vivement attiré & qui est resté suspendu: mais on a remarqué aussi que la chaleur excessive de l'aimant diminue sa vertu, du moins pour un tems. On a fait rougir l'aimant qui avoit servi dans l'expérience précédente, & quand il a été bien rougi, on a appliqué son pôle boréal sur un autre clou à latte semblable, qui a été attiré foiblement, quoiqu'il soit resté suspendu: néanmoins au bout de deux ou trois jours la pierre attiroit le clou aussi vivement qu'avant d'avoir été au feu.

La plus grande force d'un aimant est aux environs de ses pôles: il y a des aimants qui peuvent lever des clous assez considérables par leurs pôles, & qui ne sauroient lever les plus petites particules de limaille par leur équateur,

à moins qu'on ne leur donne des poles magnétiques vers ces lieux-là.

Un aimant au sortir de sa mine a une foible attraction ; à peine peut-il lever des clous ordinaires ? Mais si on l'arme , si l'on applique contre ses poles des petites plaques de fer , la vertu magnétique suit ces plaques , & il en résulte un très-bon aimant capable de supporter plusieurs livres de fer. Je n'entrerais point ici dans le détail des moyens d'armer un aimant & d'aimer le fer , je renvoie le Lecteur aux excellens ouvrages qui ont été faits dans ce genre , entr'autres aux Loix du Magnétisme de M. le Monnier , (Imp. Royale année 1776 ,) & à l'art. *Aimant* de l'Encyclopédie.

Une barre de fer étant placée dans un méridien de la terre ou dans un méridien magnétique , si l'on présente aux extrémités de cette barre une aiguille aimantée , l'extrémité tournée vers le sud attire le nord de l'aiguille , & l'autre le repousse. L'extrémité de la barre tournée vers le nord est donc un pole austral , & l'autre un pole boréal ; cette barre fera aimantée avec plus de force , si elle est inclinée à l'horison de quelques degrés vers le nord.

M. de Fay , d'après quelques Physiciens

Anglois a fait sur des barres semblables des expériences très-curieuses, que l'on peut voir dans les Mémoires de l'Académie des Sciences. Une barre de fer perpendiculaire à l'horison repousse par sa partie inférieure le pôle nord de l'aiguille aimantée qui regarde le sud, & l'attire par sa partie supérieure; cette barre, inclinée de plus en plus jusqu'à ce qu'elle soit parallèle à l'horison, repousse constamment le même pôle; continuant à faire tourner la barre & élevant la partie inférieure, les pôles changent, la partie devenue supérieure attire l'aiguille & l'autre la repousse; en général l'extrémité inférieure de la barre repousse le pôle nord de l'aiguille aimantée, & l'autre l'attire.

L'on a remarqué que ce phénomène avoit lieu constamment dans toute l'étendue de notre hémisphère; en s'approchant de l'équateur la force des pôles de la barre perpendiculaire diminue de plus en plus, & elle est nulle à l'équateur. Au delà ses pôles changent, de manière que la partie inférieure attire le nord de l'aiguille & l'autre la repousse; l'action de ces pôles devient d'autant plus sensible que la latitude est plus grande.

Le froid diminue quelquefois la force d'un aimant. Les Hollandois qui vers la fin du siècle

dernier chercherent un passage pour aller aux Indes , arrivés près des poles, s'apperçurent que leur aiguille aimantée n'avoit plus la même force.

Une lame d'acier aimantée sur un excellent aimant (Encyclop.) dont la vertu magnétique étoit très-forte , ayant été battue pendant quelque-tems sur une enclume , a perdu bientôt toute sa vertu , à cela près qu'elle levoit quelques parcelles de limaille. Si la percussion ôte à une barre de fer sa vertu magnétique , une autre percussion en dispose une qui n'a jamais touché d'aimant à acquérir une sphère magnétique.

Tels sont les phénomènes généraux de l'aimant ; je pourrois en rapporter bien d'autres , mais l'on peut voir sur ce sujet un grand nombre d'expériences dans les Mémoires de l'Académie des Sciences , dans l'ouvrage de M. le Monnier , que je viens de citer.

La plupart des Philosophes ont cherché à expliquer les phénomènes magnétiques. Les Anciens se servoient seulement des noms de sympathie & d'antipathie , & ils croyoient expliquer l'attraction & la répulsion de l'aimant & du fer. Descartes qu'aucune difficulté ne pouvoit arrêter , crut voir un tourbillon de sa matière subtile autour d'un aimant , & donna
une

une explication qui a été suivie pendant quelque-tems , mais qui est généralement abandonnée aujourd'hui. MM. de Fay & de Réaumur pensoient que l'intérieur du fer étoit hérissé de pointes qui s'élevoient & se baïssoient suivant la manière dont on le frappoit, & qui arrêtoient ou laissoient passer le fluide magnétique : M. de Buffon a suivi leur sentiment. Plusieurs Physiciens ont voulu donner d'autres explications qui ne paroissent pas plus heureuses.

Ne suis-je pas téméraire d'entreprendre l'explication des phénomènes qui paroissent si au-dessus de l'esprit de l'homme ? Les anciens les regardoient comme surnaturels , les modernes attribuoient à l'aimant des vertus cachées , & auroient bien voulu leur appliquer l'attraction ; aujourd'hui même l'on craint de hazarder des hypothèses , & l'on s'en tient aux expériences. Cependant je vais entreprendre leur explication générale. Quand on l'aura donnée je suis persuadé que l'on sera étonné de la trouver si simple. C'est ainsi que telles inventions qui nous paroissent si naturelles aujourd'hui , & auxquelles nous ne faisons pas attention , exerçoient le génie de nos ancêtres. Je désire que l'on pense de même de celle-ci.

Des Physiciens seront peut-être étonnés que je veuille parler d'un fluide qu'ils pourroient révoquer en doute. Je fais qu'il y a des personnes qui ne veulent croire que ce qu'ils voient, que ce qu'ils touchent. Mais soyons justes & sensés; & considérons ce qui se passe dans la seconde expérience dont j'ai parlé ci-dessus.

A l'instant où la limaille tombe sur le carton, on lui voit prendre l'arrangement de la figure 19, & on lui voit former des courbes qui vont de A en B. Si l'on tourne cet aimant dans le carton, enforte que son axe réponde à d'autres points; l'on voit les parties de la limaille qui formoient les courbes précédentes suivre l'aimant, de sorte qu'il se trouve à-peu-près au centre de ces courbes concentriques. Or je demande qui peut arranger cette limaille dans sa première position, & qui peut entraîner ses particules dans la seconde? Peut-on soupçonner autre chose qu'une matière, qu'un fluide ou une substance quelconque, dont les particules circulant ainsi, rangent, ou dérangent les parties de la limaille, & forment la sphère magnétique de l'aimant? Quel sera ce fluide?

Ce fluide n'est point l'air, puisque les mêmes phénomènes dont on vient de parler arrivent

dans la Machine pneumatique ; car que l'on mette de la limaille de fer sur sa platine , après avoir fait le vuide le plus parfait qu'il soit possible , si l'on en approche un aimant , à l'instant l'on voit cette limaille se mouvoir & prendre un arrangement en courbes concentriques.

Ce phénomène est-il produit par le fluide de la lumière ou par celui du feu , qui pénètrent l'un & l'autre dans la Machine pneumatique ? Si c'étoit le fluide de la lumière , comme ce fluide devroit avoir un mouvement très-prompt pour ranger cette limaille ainsi qu'on le voit , il devroit produire de la lumière ; d'ailleurs nous savons que le fluide agent du magnétisme traverse avec la plus grande facilité les Corps les plus compacts , l'or , l'argent , le plomb , qui ne sont point perméables à la lumière.

Le fluide du feu produira-t-il ce phénomène ? Mais par la même raison , comme il devroit être dans une très-grande agitation pour former cette sphère , il devroit produire de la chaleur ; & traversant notre corps , notre cerveau , ce passage devroit nous être sensible ; il paroît donc que le fluide agent du magnétisme est un fluide particulier qui n'a rien de commun avec ceux-ci ; ce fluide existe par lui-même ,

il environne un aimant , il environne la terre & il pénètre tous les Corps.

Quelle sera la nature de ce fluide ? Sera-t-il élastique , ou sera-t-il composé de particules solides ? S'il étoit composé de particules solides , comment pourrions-nous nous mouvoir ? Nous éprouverions au moins autant de résistance que dans l'eau : les oiseaux pourroient-ils avoir un vol rapide ? Ce fluide doit donc être élastique ; ses particules le seront & elles seront composées de ressorts ou de petits filamens élastiques. Ce fluide traverse les Corps avec plus de facilité qu'aucun des fluides dont j'ai parlé dans les Chapitres précédens , il faut donc que ses particules soient plus petites que celles de ces fluides : bien plus , ces mouvemens ne se communiquant nullement à ces dernières , il faut qu'il traverse les particules mêmes de ces fluides ; ce fluide sera donc composé de particules plus petites que celles du feu , & ce fluide n'ayant pas plus d'action sur celui-ci que la lumière sur l'air , il faut qu'il y ait à peu-près le même rapport de grosseur entre les particules des deux premiers , le feu & le fluide magnétique , qu'entre celles de l'air & de la lumière.

Or le diamètre des particules de l'air est à

celui des particules de la lumière , savoir , des particules rouges :: 9750 : 1 , & les particules du fluide magnétique traversent celles du feu avec encore plus de facilité , que les particules rouges ne traversent les particules de l'air , le diamètre des particules du fluide du feu peut donc être à celui du fluide magnétique , comme 10000 : 1. Dès-lors le diamètre des particules rouges de la lumière étant à celui des particules du feu :: 1752 : 1 , l'on aura le diamètre de ces particules rouges à celui des particules du fluide magnétique :: 17,520,000 : 1 , pendant que le diamètre des particules de l'air sera à celui des particules du feu :: 16,082,000 : 1.

Si les particules de la lumière & du fluide magnétique étoient semblables , les longueurs des filamens qui composeroient les particules de ces fluides feroient :: 17,520,000 : 1. Les diamètres de ces filamens en cette raison doublée (Lemme 2), les grosseurs de ces particules feroient en cette raison triplée , & la promptitude des vibrations des particules de ces milieux en raison inverse de leurs diamètres , savoir :: 1 : 17,520,000.

Mais les filamens qui composent les particules du fluide magnétique ne se réunissent pas à un même centre comme ceux des particules

de la lumière, ces filamens ne forment que les surfaces sphériques de ces particules & le milieu est absolument vuide; ce sont pour ainsi dire autant d'anneaux élastiques qui se croisent & passent les uns dans les autres, comme on le voit (*fig. 23*). Une telle composition rendra ces particules susceptibles d'une très-grande élasticité & d'une élasticité plus parfaite que celles des particules de la lumière, toutes choses égales d'ailleurs; mais les particules de la lumière doivent être plus comprimées que celles du fluide magnétique, & cette pression augmente leur élasticité, tout peut être à-peu près compensé, & la promptitude des vibrations des particules du fluide magnétique peut se trouver à celle des vibrations des particules de la lumière :: 17,520,000 : 1, le rapport des diamètres de leurs filamens sera à-peu-près en cette raison inverse, & les grosseurs de leurs particules en cette raison triplée inverse.

Une telle composition diminuera la densité du milieu magnétique, & cette densité pourra être à celle de la lumière en raison soustriplée inverse des diamètres de leurs particules, elle pourra être :: $\frac{1}{260}$: 1, & la densité de la lumière 260 fois plus grande. La pression des

deux milieux , fera de plus en raison directe des grosseurs des filamens de leurs particules , ou directe de leurs forces élastiques , & par conséquent en raison doublée des diamètres de ces particules. La résistance que les Corps en mouvement éprouveront dans le milieu de la lumière fera donc à celle qu'ils éprouveront dans le fluide magnétique , comme.

$$17,520,000 \times 260 : 1. = 4,555,200,000 : 1.$$

Je viens de dire que le diamètre des particules du feu étoit à celui des particules du fluide magnétique :: 10000 : 1. Or les premières

particules sont réduites à $\frac{1}{6}$ de leurs diamètres ; dans leur dilatation le rapport de ces diamètres fera donc :: 60,000 : 1 , celui de leurs

filamens d'après le Chap. 5 , :: $\frac{17,520,000}{292} : 1$,

= 60000 : 1 , les longueurs de leurs filamens feront en cette même raison , les grosseurs de ces filamens en cette raison doublée & :: 3,600,000,000 , : 1 ; quant à la promptitude des vibrations des deux milieux , elle fera :: 63072 : 17,520,000 = :: 1 : 279. Celle du fluide magnétique sera ainsi 279 fois plus grande ; la pression du fluide du feu sera à celle du fluide

magnétique :: 4 : $\frac{1}{17,520,000} \times 5 = 21,900,000 : 1.$

L'on a vu dans le Chap. 3, que les particules de la lumière faisoient 5,795,033,600 vibrations en 1."celles du fluide magnétique en feront donc 101,528,991,672,000,000, dans ce même-tems. Quant à la quantité dont ces dernières particules sont comprimées, elle peut être d'un $\frac{1}{10000}$ de leurs diamètres, on peut donc la regarder comme nulle & considérer ces particules comme sphériques dans leur état naturel.

L'on aura ainsi les diamètres des particules de l'air, de la lumière, du feu & du fluide magnétique, comme 9750;1; $\frac{1}{1652}$, $\frac{1}{17,520,00}$, & par conséquent le diamètre des premières à celui des dernières :: 169,840,000,000 : 1, & les longueurs de leurs filamens comme 800,000,-1, $\frac{1}{272}$, $\frac{1}{17,420,00}$.

Les diamètres de ces filamens seront, comme 1200,-1, $\frac{1}{292}$, $\frac{1}{17,510,00}$, & les grosseurs de ces filamens en cette raison doublée, les grosseurs totales de ces particules seront en raison triplée du premier rapport 9750,1, &c.

Par où il est évident que les plus petites de ces particules passant dans les pores des plus grosses, & leurs vibrations étant proportionnelles en général aux diamètres de leurs parti-

cules & aux pressions de ces milieux, tous les mouvemens de ces différens fluides, ainsi que leurs vibrations seront indépendans. Or les vibrations propagées des particules de la lumière parcourent 940,882,824 pieds en 1" (Chap. 4), celles des particules du fluide magnétique parcourront donc 16,577,277,074,480,000 pieds dans le même-tems. Ou 1, 210,189,609,767 lieues de 2283 toises chacune.

La lumière & la chaleur dépendent des vibrations des particules de la lumière & du fluide du feu, le fluide magnétique qui traverse les pores mêmes de ces particules ne produira donc jamais ni chaleur, ni lumière. A plus forte raison ne produira-t-il aucun son? Les particules de ce fluide dont les diamètres sont 597,220,400,000 fois plus petits que les diamètres des pores du buis & environ 5,952,204,000 fois plus que ceux des métaux les plus denses, traverseront donc ces Corps avec la plus grande facilité & traverseront notre corps sans que ses vibrations nous soient sensibles (2), mais ce

(2) Le diamètre des particules de la lumière est la $\frac{1}{198,900,000}$ partie d'un pouce, celui d'une particule du fluide magnétique en sera donc la $\frac{1}{1,495,728,000,000,000}$ partie, ou elle sera la $\frac{1}{17,948,736,000,000,000}$ d'un pied.

fluide dont les particules sont si petites (particules que je nommerai le plus souvent *éléments*) paroît éprouver de la résistance dans le passage du fer, d'où cela peut-il venir ?



CHAPITRE VII.

Théorie du Magnétisme.

Tous les Corps de la nature sont poreux, la facilité du passage du fluide magnétique au travers de ces Corps en est la preuve; le fer est le seul Corps de la nature qui paroît lui refuser un passage aussi libre, le fer n'est-il pas aussi poreux que ces Corps? Si on le réduit à une feuille très-mince, la lumière le traverse; il est donc perméable pour ce fluide & il est poreux; d'où vient donc que le fer placé entre un aimant & un autre Corps qu'il peut attirer, arrête la vertu magnétique, & pourquoi l'aimant lui-même a-t-il une sphère magnétique qui circule autour de lui? Je ne m'arrêterai pas à réfuter le sentiment des Physiciens qui ont admis dans le fer des pointes qui se hérissent & qui gênent le passage de la matière magnétique; l'on verra bientôt que la supposition de ces pointes est très-gratuite.

Tout fluide qui passe par une ouverture conique *A B C*, *fig. 24*, accélère son mou-

vement; & sa vitesse dans les différentes zones, telles que DF & PR , est en raison doublée inverse des distances de ces zones au sommet du cône; ces zones ou les surfaces des cercles PR & DF , sont en raison doublée de leurs diamètres PR & DF . or $PR:PG::DF:DG$, donc l'étendue intérieure de ces zones est comme $DG^2:PG^2$, par conséquent le fluide qui se portera de la base BC , du cône à son sommet A , accélérant son mouvement en raison inverse des grandeurs des zones du cône, aura sa vitesse dans les différentes parties de ce cône, en raison doublée inverse de sa distance au sommet G prolongé, & si l'on suppose l'ouverture du sommet du cône très-petite & d'une largeur proportionnelle à la grosseur des particules du fluide qui le traverse, la quantité du fluide qui se trouvera dans chaque zone, fera évidemment en raison doublée directe de la distance au sommet, & l'accélération du fluide dans son passage au travers du cône sera par conséquent en raison doublée inverse de cette distance, ou en raison doublée inverse des diamètres des zones qu'il parcourt.

Il est peu de personnes qui n'aient remarqué que l'eau accélère son mouvement sous les arches des ponts; les deux piles qui forment une

arche , offrent au courant une ouverture éva-
fée ; or il faut qu'il passe autant d'eau dans le
même-tems vers le milieu des arches où elle
est plus resserrée qu'à son entrée , il en ré-
sulte donc une accélération en raison de la
différence de la largeur de l'entrée de ces ar-
ches à la largeur de leur milieu : lorsque le
vent ou l'air traversent un entonnoir , ce fluide
est exposé au même effet ; en général tous les
fluides accélèrent leurs mouvemens dans de
semblables passages.

Soient encore les deux expériences suivan-
tes : ayant rangé sur une même ligne plusieurs
billes d'ivoire d'un égal diamètre , en sorte
qu'elles fussent tangentes les unes des autres ,
je lançai une bille A , contre la première B ,
de la ligne (*fig. 25*) , la dernière D fut pro-
jetée avec la même vitesse & la même quan-
tité de mouvement que la première avoit été
frappée (1). Des boules ou des globes d'autres
matières d'une élasticité plus grande , rangés de
la même manière , donneroient le même résul-
tat , mais la vitesse de communication du choc

(1) L'on peut faire la même expérience avec des
dames de Tric-trac.

seroit en raison directe de cette élasticité, savoir, en raison directe de la promptitude des vibrations de ces particules (Lemme 2).

Au lieu de placer les billes sur une même ligne droite, je les rangeai en demi-cercles concentriques les unes aux autres (*fig. 26*), ayant soin d'arrêter les dernières par un cercle solide; je lançai contre la première B, d'un de ces demi-cercles, une bille A, la dernière D de ce demi-cercle fut projetée comme celle de l'expérience précédente, & de plus chacune des intermédiaires, qui se trouvoient dans ce demi-cercle, s'approcha du centre de sa courbe par un petit mouvement impulsif. Car dans le même instant où la première est frappée, quoique les autres restent sensiblement dans le repos, de même que celle de la ligne droite, cependant elles frappent contre les boules de la circonférence extérieure concentrique; ces boules résistant à leur choc, elles les projettent directement vers l'intérieur de leurs courbes, par des impulsions qui se communiquent à toutes les boules des circonférences intérieures & se transmettent jusqu'au centre même de ces courbes.

Le fer est poreux, puisque les fluides du feu & de la lumière le traversent, lorsqu'il est

réduit en lame très-mince. Ses molécules ne sont donc pas des Corps réguliers qui remplissent exactement l'espace autour d'un point (Chap. 2). Supposons pour un instant que ces molécules soient semblables à des cônes *fig. 27*, ces molécules pourront laisser entr'elles un libre passage au feu & à la lumière, si ces molécules ont une ouverture conique qui s'étende de la base C au sommet A, ouverture qui ait à la base une largeur proportionnelle à l'étendue de cette base, & au sommet une largeur un peu plus grande que le diamètre des élémens magnétiques ou des particules de ce fluide.

D'après ce que je viens de dire, il fera évident que si ce fluide D F est lancé dans une de ces cavités par l'ouverture de la base, & qu'il soit lancé avec une promptitude proportionnelle à son élasticité, en vertu de laquelle il fait 101,528,991,672,000,000 vibrations en 1", ce fluide se précipitant dans ce cône, il y accélérera son mouvement, les particules se comprimeront & se contracteront de plus en plus jusqu'au sommet du cône, au sortir duquel leur ressort se déployant, & ces particules reprenant leur sphéricité, elles s'élanceront au dehors avec une vitesse proportionnelle à cette

élasticité; elles s'élanceront de même que l'on voit un anneau élastique s'échapper des doigts lorsqu'on le presse.

Ces particules se propageroient directement devant elles, si elles se projettoient dans un espace absolument vuide, mais elles rencontrent à l'instant de leur projection, leur propre fluide qui a une élasticité égale à la leur, elles le comprimeront donc. Or ce fluide comprimé ne trouve d'espace vuide que dans l'intérieur de la cavité d'où ces particules se sont élancées, ce fluide cédera donc à la pression de ce côté-là, & il s'établira dans l'instant un courant *A B C*, (*fig. 27*), qui se portera du sommet de la cavité à la base de la molécule de la manière suivante.

Les particules projetées frappent les premières particules qu'elles rencontrent au sortir de la molécule, celles-ci communiquent le choc qu'elles ont reçu aux particules qui les précèdent, de même que dans l'expérience des billes de la circonférence concentrique, dont je viens de parler, le premier choc sera transmis ainsi de proche en proche jusques vers la base de la molécule, & dans l'intérieur de cette molécule jusqu'à son sommet, où d'autres particules seront comprimées, lancées comme les précédentes,

précédentes , & en projetteront ensuite d'autres. La vîtesse de communication du choc de ses particules sera proportionnelle à la promptitude de leur élasticité , la propagation de ces chocs parcourra donc 16,577,277,074,480,000 pieds en 1" (ci-dessus).

Or si la courbe que décrivent ces élémens avoit 16,577,277,074,480,000 pieds de longueur , il est évident qu'à chaque seconde il y auroit un élément qui feroit projetté. Si elle n'avoit que la moitié de cette longueur , cet élément feroit projetté à chaque demi seconde. Donc si elle avoit un pied de longueur , l'intervalle de tems entre chaque élément propagé

seroit la $\frac{1}{16,577,277,074,480,000}$ d'une seconde.

La longueur d'une molécule de fer , ou son

plus grand diamètre est environ la $\frac{1}{58,262,400}$

d'un pied , le diamètre d'une particule d'eau en

est la $\frac{1}{8,323,200}$ ou elle est la $\frac{1}{693600}$ d'un pou-

ce , comme on l'a vu (Chap. 3) , & l'étendue

de la courbe du courant de ces élémens est

environ cinq fois aussi grande que la longueur

de la molécule , l'intervalle de tems que ces

élémens emploieront à se projetter sera donc

la $\frac{1}{16,577,277,074,480,000 \times 11,652,400}$ d'une se-

conde, & par conséquent il y aura 16,577, &c.
 $\times 11,652, \&c. \dots \dots \dots$
 $= 193,165,063,382,670,752,000,000$, de ces
 élémens qui passeront par la cavité de la molécule en une seconde; mais un même élément ne peut faire que 101,528,991,672,000,000 vibrations en 1'', il passera donc plus d'élémens par cette cavité en 1'', qu'il n'y auroit de vibrations faites dans le même-tems, par un même élément. Pour en voir la raison, il suffit de considérer que la propagation d'une vibration n'est que la continuité de cette vibration même, enforte qu'à l'instant où un élément fort, la vibration qu'il communique à ceux qui sont devant lui se propage & reste la même jusqu'à ce qu'une autre élément soit projeté; il pourra donc passer un plus grand nombre d'élémens dans la cavité d'une molécule en 1'', qu'un seul élément ne feroit de vibrations en ce même-tems. Il en résultera un plus grand nombre de vibrations dans la cavité de cette molécule, puisqu'il y en a autant que d'élémens qui s'élancent au-dehors du sommet de cette cavité. Il y aura ainsi dans la molécule précédente 193,165,063, &c. vibrations en 1'', & par conséquent une vibration à chaque $\frac{1}{193,165,063 \&c.}$ partie de seconde,

Quant au mouvement local de ces élémens , il est proportionnel au nombre des élémens qui passent par la cavité d'une molécule , & ce nombre est ici de 193,165 , &c. en 1". Or il y a dans l'étendue d'un pied 17,948,736,000,000,000 diamètres d'élémens. Les élémens propagés parcourront donc $\frac{193,165}{17,948}$, &c. = 10,710,728 pieds en 1" , pendant que la propagation de leurs vibrations ou celle des chocs qu'ils se communiquent de l'un à l'autre , fera de 16,577,277,074,480,000 pieds en 1" (2).

Tous ces mouvemens dépendent de l'élasticité de ces particules , ils ne pourront donc se ralentir qu'autant que l'élasticité de ces particules diminuera. Si cette élasticité étoit parfaite , ces mouvemens dureroient des temps infinis : or elle est presque parfaite , ou elle est la plus parfaite de la Nature , une Sphère composée

(2) Si le nombre d'élémens qui passent par cette cavité étoit proportionnel à celui des vibrations de ces élémens en 1" , l'on ne trouveroit que 101,528,991,672,000,000 élémens qui passeroient par cette cavité , dès-lors le nombre de ces élémens dans l'étendue d'un pied étant de 17,948,736,000,000,000 de leurs diamètres , ces élémens parcourroient en 1" $\frac{101,528,991,672}{17,9}$, &c. pieds égal environ 5 pieds & demi.

de semblables courans pourroit donc subsister des temps presqu'infinis.

Ainsi chaque élément est comprimé à son passage au sommet du cône ; dès que son équateur a passé ce sommet , son ressort qui est sphérique , se déploie en même temps de tous les côtés de cet équateur , & l'élément E, (*fig. 28*) s'élance par la force de son propre ressort , il presse & pousse les élémens qui sont devant lui avec une promptitude proportionnelle à celle de son élasticité , & avec une force proportionnelle à la force de son ressort ; ces élémens ne pouvant se propager directement , s sont forcés de se porter en circulant vers la base C du cône dans lequel ils en projettent d'autres.

La vitesse de ce courant dépend donc de la promptitude de l'élasticité de ces élémens , & la force de ce même courant est en raison de la supériorité de la force élastique des élémens qui s'appuyent contre les parois du sommet du cône , à leur sortie , sur la force qui est nécessaire pour les comprimer dans l'intérieur de ce cône. Si cette dernière force nécessaire pour comprimer un pareil élément étoit égale à celle de l'élément qui sort de la cavité & dont le ressort se déploie , il est évi-

dent que tout feroit égal , & qu'il n'y auroit aucun courant qui fût formé. Mais les parois intérieures du cône sont obliques , elles facilitent la pression de l'élément , comme je l'ai expliqué ci-dessus. Pendant que l'élément qui déploie son ressort lorsque son équateur a passé le sommet du cône , agit avec toute la force de ce ressort contre les parois extérieures de ce sommet , sur lequel il s'appuye comme sur un point fixe , il frappe , presse & pousse les élémens qui sont devant lui. La force du courant doit donc être proportionnelle à la différence de la force extérieure , à la force intérieure nécessaire pour comprimer les élémens. Or ces deux forces sont en raison de la longueur des côtés du cône AR , (*fig. 28*) , à la largeur RC , de la moitié de la base RS . Si le rapport de AR à RC , est comme 4 à 1 , la force élastique de l'élément E , qui sort du sommet , ne sera diminuée que d'un $\frac{1}{4}$ si ce rapport est comme 10 à 1 , la force sera diminuée d'un $\frac{1}{10}$, ou la force des courans sera les $\frac{9}{10}$ de la force élastique d'un élément.

Si un second cône est placé devant celui-ci (*fig. 29*) , le courant qui sort du sommet

A , pressant le milieu environnant de son espèce , précipitera des élémens dans ce cône comme dans le sien propre , & ne formera qu'un seul courant , dont les élémens au sortir du second cône B , se porteront non pas en D dont la cavité est occupée par les élémens du courant C A sortis de A , mais en C ; ces deux cônes n'auront ainsi qu'un seul courant , dont la force sera égale à deux fois les $\frac{9}{10}$ de la force élastique des élémens , & suivant à peu près le rapport de RA à RC. Un troisième cône placé devant le sommet B , du second , recevrait le courant sorti de B , & bientôt les trois cônes n'auroient qu'un seul courant , dont la force seroit trois fois plus grande que celle du courant du premier cône : il en seroit de même d'un quatrième & cinquième cônes , &c. Leur courant dont la promptitude des vibrations donne une propogation de 16,577,277,074,480,000, pieds en 1'', n'auroit ainsi qu'une seule & même force composée de celle des ressorts des élémens qui sortent de tous les cônes. Ces élémens agissent dans le même temps contre les sommets de ces cônes , ils s'appuyent contre ces sommets pendant que leur ressort se dé-

ploie , ils ne forment donc qu'un seul & même effort qui compose la force totale du courant , & cette force est proportionnelle au nombre des cônes situés dans un même alignement.

Si les particules du fer contiennent de semblables cavités , il pourra se former autour de ce corps des courans pareils à ceux dont je viens de parler ; & ces courans donneront à ce corps une sphère magnétique. Ces particules contiennent-elles de pareilles cavités , & quelle est leur figure & leur grosseur ?

Il faut distinguer dans le fer deux espèces de particules composantes. Les unes que je nomme particules , ne contiennent point de phlogistique , telles sont les particules des chaux de ce métal , & ces chaux ne sont aucunement attirables à l'aimant ; ces particules réduites en verres , ne sont de même nullement attirables à l'aimant , elles ne sont attractives que dans leur état métallique & dans l'état de rouille ; c'est-à-dire , lorsque des particules phlogistiques sont réunies aux particules simples , & qu'elles composent avec elles des molécules. Ces molécules sont les secondes particules composantes du fer.

Le phlogistique donneroit-il seul à ces molécules la propriété d'être attirés par un aimant, ou

la propriété d'acquérir une sphère magnétique ? Si cela étoit , le phlogistique qui revivifie les chaux des autres métaux , & qui leur est intimement uni , devroit leur donner la même propriété : ce qui n'est point. D'ailleurs le phlogistique , qui dans l'état de graisse , de charbon , ou de toute autre substance sert à revivifier les chaux des métaux , ne donne aucun signe d'attraction magnétique. La vertu magnétique résidente dans le fer paroît donc provenir de la forme des particules de ce métal & de leur construction.

On ne peut gueres connoître la figure de ces particules , que par la crySTALLISATION de ce métal. Le fer en passant de l'état de fluidité à celui de refroidissement se crySTALLISE comme la plupart des corps ; M Grignon , dans ses Mémoires de Physique , *in-4°* , nous donne la figure de plusieurs crySTALLISATIONS de ce métal. Une de ces crySTALLISATIONS que l'on voit (*fig. 30.*) est composée d'une tige CA , sur laquelle sont implantés des rameaux CD , CH , CG , CF. La figure rhomboïdale que l'on voit en C , à fait croire à M. Grignon , que cette tige & ces rameaux étoient composés de rhombes semblables à la figure 31. Je les croirai plutôt semblables à des pyramides terminées par

quatre côtés plans (*fig. 32*), dont la base feroit un rhombe qui auroit son petit diamètre *CD*, égal au côté *CA* ou *CB*, & dont le diamètre *AB*, feroit plus grand environ de trois-quarts que le petit diamètre *CD*. Sa hauteur *EF*, peut être environ le double du grand diamètre *AB*.

La tige *CA* (*fig. 30*), est composée de semblables pyramides réunies par leurs côtés plans, & dont les bases sont du côté de *C*, & les sommets du côté de *A*. Ces pyramides forment ainsi une pyramide *rhomboïdale CA*. Les rameaux *CD*, *CF*, *CH*, *CG*, implantés sur les côtés de cette pyramide sont composés de la même manière.

Cette figure pyramidale nous annonce que ces particules peuvent avoir chacune une ouverture conique qui s'étende de sa base à son sommet qui soit tronqué (*fig. 33*); l'ouverture au sommet sera beaucoup plus grande que le diamètre d'un élément. Ces élémens ne pourront être comprimés à ce passage, lorsque ces particules seront absolument seules, comme dans l'état de chaux. Mais dans l'état métallique, les particules phlogistiques pénètrent dans ces cavités, diminuent l'ouverture des sommets, dès-lors les élémens sont com-

primés à leur passage , ils déploient leur ressort au sortir de ces cavités , & ils peuvent former des courans magnétiques. Ainsi les particules du fer , dans leur état métallique seront susceptibles de vertu magnétique , & elles ne pourront en acquérir aucune dans l'état de chaux ou de vitrescibilité. Ce métal étant le seul Corps de la Nature dont les particules contiennent de semblables cavités coniques , ce sera aussi le seul qui pourra acquérir une sphère de courans magnétiques (3).

(3) Si les molécules du fer n'avoient pas dans leur intérieur un espace vuide conique , il faudroit qu'il se trouvât sur leurs côtés plans des cavités ou rainures B A , C A , (*fig. 35 ,*) qui s'étendissent de leurs bases à leur sommets , deux cavités semblables réunies de manière que le côté B C de l'une (*fig. 36 ,*) pénétrât dans la cavité F G de l'autre ; ce côté étant d'ailleurs applati dans toute sa longueur , pendant que sa cavité F G seroit angulaire , il se trouveroit dans le fond de cette cavité un espace vuide triangulaire K L , qui s'étendrait de la base au sommet de ces deux particules , & qui diminuant insensiblement seroit très-petit au sommet. Des élémens qui seroient lancés dans la cavité de cet espace pourroient s'y accélérer , comme dans les cônes des particules dont je viens de parler.

Si ces particules n'étoient pas pyramidales , mais qu'elles fussent semblables à des coins (*fig. 37 ,*) ou

Je ne penserois pas que les angles des pyramides à quatre faces & rhomboïdales , soient aiguës. Nous savons qu'il y en a beaucoup dans notre sang, elles circulent avec lui, passent dans les plus petits vaisseaux de notre corps , si elles étoient aiguës il en résulteroit certainement des accidens facheux. Ces angles doivent être arrondis (*fig. 34*) , ils m'ont paru à-peu-près tels dans les crySTALLIFICATIONS que M. Mongés le jeune

à des rhombes (*fig. 38* ,) composé de deux coins opposés par leurs bases , ces coins ou ces rhombes contenant des cavités ou rainures de leurs bases à leurs sommets & des cavités parallèles ; l'on conçoit que dans la réunion de deux semblables particules , les arêtes de l'une pénétrant dans les cavités de l'autre , elles pourroient laisser entr'elles des espaces vuides coniques dans lesquels les élémens s'accéléroient comme dans les cônes ci-dessus. Dans l'état de chaux ces particules séparées ne pourroient acquérir aucun courant magnétique ; dans l'état métallique , ces particules séparées seulement par les particules phlogistiques , donneroient passage aux élémens ; & dans l'état vitrescible , ces particules totalement jointes ne pourroient donner à leur composé aucune vertu magnétique. Cette manière de considérer les particules du fer , pour ne pas admettre les cavités coniques dont j'ai parlé, laisse beaucoup de difficultés , & nous fait voir que les particules de ce métal peuvent en effet contenir de semblables cavités.

a obtenu du fer ; il va les donner incessamment au Public avec la crySTALLISATION générale des régules.

Plusieurs molécules semblables , placées les unes devant les autres , comme les cônes de la figure 29 , acquerroient un seul courant d'éléments dont la force seroit proportionnelle au nombre de molécules qui se trouveroient dans un même alignement : or la hauteur du cône de chaque particule étant environ trois fois plus grande que la largeur de la base de ce cône , & par conséquent six fois plus grande environ que la moitié de cette base , la force du courant pour chaque molécule seroit le $\frac{1}{6}$ de la force élastique d'un élément ; elle seroit donc pour toutes les molécules comprises dans le même alignement , comme cette force $= \frac{1}{6}$ multipliée par le nombre de ces molécules.

Ce courant ne peut cesser tant à cause de l'élasticité de ces éléments , une des plus parfaites de la Nature , que par la force des ressorts de ces mêmes éléments qui se déploient & agissent contre les sommets des cavités des molécules d'où ils sortent. A peine les uns commencent à sortir & se déployer , que d'autres se déploient & sortent d'une autre cavité ; les

derniers ressorts d'un alignement de molécules finissent à peine d'agir que d'autres commencent à une différence de tems qui est au plus la $\frac{1}{10000}$ d'une seconde, par rapport à la grande promptitude de la communication de leurs vibrations, qui parcourent dans leur propagation environ 165772, &c. pieds en 1". Les ressorts du plus grand nombre d'éléments qui sortent des cavités de ces molécules agissent donc presque en même-tems pour former un courant. Il y en a toujours plus des $\frac{5}{6}$ qui donnent la force au courant, & qui entretiennent son mouvement.

Ces molécules sont très-petites, leur diamètre est au plus la $\frac{1}{10000}$ d'une ligne, un seul globule de ce métal que nous appercevons dans son état de fluidité a un diamètre qui est environ la $\frac{1}{10}$ d'une ligne : ce globule est donc composé environ de 1,000,000,000 molécules pyramidales ; un tel globule est par conséquent un véritable corps qui pourra acquérir une sphère de courans magnétiques, & en effet comme ces molécules pyramidales sont disposées indifféremment de tous les côtés ; par quelque partie de ce globule que pénètrent les

courans , ces courans rencontrant bientôt les bases des cônes dont j'ai parlé , ils s'y précipiteront , ils comprimeront leur ressort , qui se déploiera à leur sortie. Les élémens de ces courans au sortir d'une cavité se précipiteront dans une autre , & toujours dans les cavités qui leur présentent leurs bases; passant à l'extérieur des molécules qui leur opposent leurs sommets. Ces courans suivront ainsi chacun leur alignement tel que B U , F G , D C , d'un côté (*fig. 39*) , & I H , L K de l'autre , la force de chaque courant sera proportionnelle au nombre des cavités des molécules dans lesquelles leurs élémens se sont accélérés; elle sera donc proportionnelle à la grandeur de ces alignemens; l'étendue de ces courans sera proportionnelle à cette force , & par conséquent aussi leurs courbes D P C , G N F , B M A ; chaque courant se portera dans son alignement respectif & sera indépendant d'un autre. En général les courans qui passent par les plus grands alignemens décrivent les plus grandes courbes.

Ces courans formeront ainsi autour d'un globule une sphère magnétique , qui aura deux poles A & B , & un équateur M R. A sera le pole austral ou le pole de sortie de ce petit aimant , & B sera son pole boréal ou son pole d'entrée.

Si l'on place un autre globule devant celui-ci & devant son pôle A (*fig. 40*) les courans qui doivent se porter vers son pôle B, pressent contre le milieu environnant de leur espèce, & précipitent à l'instant des élémens dans les cavités du second globule, les élémens du premier globule les suivent, & forment avec eux des courans N M, X Y, qui sont dans le même alignement que les premiers. Ces courans au sortir de M & de Y sont forcés de se détourner de leur direction; arrivés en T & en V, ils ne pourront entrer dans le pôle B, du second globule, dont les cavités sont occupées par les courans qui sortent du premier, ils iront se précipiter dans le pôle B du premier globule. Or ces courans acquèrent dans le passage des alignemens du second globule une force plus grande que celle qu'ils avoient dans le premier globule, & cette force est proportionnelle à la longueur des alignemens qu'ils traversent; comme les deux globules sont semblables, l'augmentation de leur force est proportionnelle à celle qu'ils avoient auparavant; leurs courans se porteront donc dans les cavités des mêmes alignemens, & ces deux globules n'auront qu'une seule sphère magnétique. Cette

sphère fera approcher ces deux globules l'un de l'autre s'ils sont libres. Pour le voir,

Supposons que le second globule n°. 2, soit seul libre. Les courans qui sortent de son hémisphère M, & qui sont forcés de se détourner de leurs directions pour se porter dans le pole B du premier globule, frappent contre le milieu environnant de leur espèce (Chap. 7) tant en M & Y, qu'en P & Q, & dans toute l'étendue des courbes M P & Y Q; ces courans feront reculer ce globule & ils le feront approcher du premier.

Si le second globule est fixe, & que le premier soit libre, les courans qui arrivent en S & en R, sont forcés de se détourner de leurs directions pour se porter dans le pole B; ils frappent dans ces lieux-là contre le milieu de leur espèce, qui les repousse vers l'intérieur de leurs courbes; ces courans se portent de là dans le pole B & dans son hémisphère, & ils repoussent ce premier globule vers le second.

L'action des élémens de ces courans dans l'intérieur du premier globule, & dans le passage des cavités coniques de ses molécules, peut aussi contribuer à le faire avancer vers le second globule; & à l'égard de celui-ci comme les
élémens

éléments qui sortent de ses cavités, s'appuyent contre les sommets de ces cavités à l'instant de leur sortie, pour s'élancer & former leurs courans, ils peuvent faire reculer leur globe n°. 2; ainsi dès que deux aimants se présentent les poles de différens noms, savoir, le pole d'entrée de l'un au pole de sortie de l'autre, ils doivent s'attirer mutuellement, tant par l'effort de leurs courans à l'extérieur, que par l'effet de ces courans dans leur intérieur; de manière que si les deux aimants sont libres, ils s'approcheront mutuellement.

Si ces deux globules se présentent les poles de même nom, comme le pole de sortie A, (*fig. 41*,) au pole de sortie N, leurs courans se rencontrant en T V R, il est évident qu'ils se repousseront mutuellement; si ces aimants se présentent les poles d'entrée B & M (*fig. 42*) leurs courans qui viennent des poles A & M, se rencontreront en F G & en H K, ces courans se repousseront mutuellement, pendant qu'ils se porteront dans leurs poles B & M, ils repousseront ces poles & les éloigneront l'un de l'autre. En général ces deux aimants se repousseront en se représentant les poles semblables ou les poles de même nom; ce qui est

conforme aux expériences rapportées dans le Chap. 6, & représentées dans les *fig.* 20, 21, 22.

Un boulet de canon est composé de particules pareilles à celles de ces globules, il est même composé d'un très-grand nombre de globules; un boulet de canon pourra donc acquérir une sphère magnétique semblable à celle de ce globule; en général quelque corps que composent ces molécules pyramidales, & de quelque forme & figure qu'il soit, les courans magnétiques pourront lui former une sphère magnétique.

Dans une barre de fer les molécules sont disposées en tout sens comme dans les globules dont je viens de parler. Si l'on tient cette barre perpendiculaire à l'horison, les courans magnétiques qui se portent dans l'intérieur de la terre, pénètrent dans cette barre, accélèrent leur mouvement dans les molécules qui leur présentent les bases de leurs cavités; les élémens de ces courans sont comprimés au sommet de ces cavités, & passant d'une cavité dans l'autre, ils forment à cette barre une sphère de courans magnétiques, dont quelques-uns sont communs avec ceux de la terre, pendant que d'autres circulent autour de cette barre, & se portent de son extrémité inférieure à son extrémité supérieure.

Si l'on incline cette barre, les courans qui pénètrent dans ces pores devroient la traverser, mais les cavités coniques par où ils passent les détournent peu à peu de leur direction, & les forcent de se porter vers la plus grande longueur de la barre & vers son extrémité inférieure, d'où ils sortent pour se porter comme précédemment vers son extrémité supérieure. Le même effet aura lieu tant que cette extrémité sera la plus basse. Lorsqu'elle sera plus élevée, les courans magnétiques pénétreront dans la barre par cette extrémité, & les poles seront changés. Si les deux extrémités ne sont pas plus élevées l'une que l'autre, les courans n'étant point sollicités à se porter plutôt d'un côté que d'un autre, la barre n'aura aucun pole marqué. Ce que prouvent les expériences sur une barre de fer perpendiculaire à l'horison, dont j'ai parlé Chap. 6.

Une barre de fer qui auroit le double de longueur acquerroit une sphère magnétique dont la force seroit une fois plus grande, pendant que la vitesse des courans seroit égale dans les deux barres. Car les deux barres étant mises l'une au-dessus de l'autre selon leur longueur, elles ont leurs courans magnétiques communs, & les mêmes que ceux de la terre. Lorsque

les deux barres sont séparées , la force de leurs courans magnétiques & leur étendue se trouvent en raison directe des longueurs des deux barres ; ce qui prouve ce que j'ai dit ci-dessus , de la force & de la vitesse des courans magnétiques , sçavoir , que la force de ces courans étoit en raison du nombre des cavités par où ils passaient , pendant que leur vitesse qui est proportionnelle à la promptitude de l'élasticité de ces courans reste sensiblement la même.

Si les molécules du fer forment un coin (*fig. 43*) , les courans magnétiques qui pénètrent dans ce corps par sa base , suivent les directions DE & FG , parallèles à l'axe AH. Ils donnent à ce corps une sphère magnétique , dont l'équateur PQ passe par le centre C de gravité du corps , & ce centre est celui de la sphère magnétique.

Il y a autant de courans que d'alignemens de molécules de fer , parallèles à l'axe AH. Or le centre de gravité du corps est le centre de tous ces alignemens , il est donc celui de tous les courans magnétiques qui composent la sphère de ce corps. Si ce corps est coupé par AH , l'accélération des courans existera dans chaque partie séparée , comme dans le total , chaque partie aura sa sphère magnéti-

que dont le centre fera le centre même de cette partie.

En général les élémens des courans magnétiques tachent toujours de parvenir par le chemin le plus court dans les cavités où ils sont forcés de se porter à leur sortie d'un pole , & ils se portent dans ces cavités avec des forces proportionnelles à la grandeur des alignemens qu'ils ont parcouru en traversant le corps. Or l'étendue des courbes qu'ils décrivent est proportionnelle à ces forces , & ils passent d'un côté ou d'un autre suivant la forme du corps autour duquel ils circulent , & selon leurs forces de propagation. Le centre de la sphère magnétique d'un corps fera donc toujours à-peu-près le même que son centre de gravité. Ce qu'il est facile de voir en tamisant de la limaille de fer au-dessus des aimans artificiels de différentes formes.

La figure 44 présente un demi-anneau magnétique , au-dessus duquel j'ai tamisé de la limaille de fer. L'on voit par la forme des courbes de la sphère que le centre C de cette sphère est à-peu-près le même que le centre de gravité de ce corps.

La figure 45 représente un anneau autour duquel il s'est formé trois tourbillons ma-

gnétiques. Le centre de chaque tourbillon est celui de la partie de l'anneau autour duquel il circule. Un anneau plus grand & plus épais (*fig. 46*) n'a donné que deux tourbillons magnétiques, dont les centres des sphères paroissent être à-peu-près les mêmes que ceux des parties de l'anneau autour duquel ils circulent.

Toutes les courbes que l'on voit dans ces figures sont formées par autant de petits aimants qu'il y a de parties de limaille; car à l'instant où cette limaille tombe; chacune de ses parties devient un petit aimant qui a ses deux poles. Ces petits aimants s'attirent mutuellement; ils se présentent les poles de différens noms, le pole boréal de l'une se tourne vers le pole austral de l'autre, ils composent ainsi une courbe FGH (*fig. 19*), de manière que les parties touchent le pole A ou le pole austral de cet aimant par leurs poles B; la partie qui suit, présente son pole B au pole A de la première; en suivant ainsi, l'on trouve que toutes les parties de la limaille qui composent la courbe FGH, sont autant de petits aimants qui présentent leurs poles B ou leur pole d'entrée, au pole A, ou au pole de sortie de l'aimant; & au contraire ils tournent tous

leur second pole vers le pole B de cet aimant. Tous ces petits aimants qui s'attirent par les poles de différens noms, ne forment ainsi qu'une seule courbe dont la forme est déterminée par celle des courans du gros aimant qui passent par les axes de tous ces aimans. Chaque courant de l'aimant se formera ainsi une courbe particulière, & toutes les courbes nous donneront la sphère magnétique de ce corps.

J'ai exposé dans le Chap. 7, les principales vertus de la pierre d'aimant; d'après les expériences que j'ai rapportées il est évident que l'effet des courans magnétiques qui circulent autour de cette pierre est le même que celui des courans magnétiques dont je viens de parler, & qui circulent autour d'un aimant artificiel; il faut donc, ou que la pierre d'aimant soit composée de molécules de fer, ou qu'elle soit composée de molécules semblables à celles-ci, & qui contiennent des cavités coniques, dont les sommets se réunissent à-peu-près à un même centre; mais la pierre d'aimant, donne dans sa décomposition beaucoup de particules de fer, & l'on remarque que les autres parties qui entrent dans la composition de ce corps, n'ont aucune vertu magnétique. Il paroît donc que l'aimant n'acquiert une vertu magnétique que

parce qu'il est composé en grande partie de particules de fer , auxquelles sont jointes d'autres matières qui lui donnent la qualité des pierres. Les courans magnétiques qui traverseront cette pierre lui formeront donc une sphère semblable à celle dont je viens de parler , & la pierre d'aimant aura les mêmes propriétés d'attraction & de répulsion que ces corps.

La pierre d'aimant conserve bien plus long-tems sa sphère magnétique que le fer. Cette pierre formée par la réunion des particules ferrugineuses & terreuses , est pour ainsi dire une pétrification du fer. Cette pierre souffre moins de l'action des acides que le métal qui se réduit peu-à-peu en rouille. D'ailleurs la manière dont cette pierre se compose , l'arrangement de ses molécules lui donnent une sphère magnétique plus forte qu'au fer. Considérons un instant de quelle manière se forme cette pierre.

Cette pierre se trouve le plus ordinairement dans les mines de fer ou aux environs des anciens volcans ; les courans magnétiques qui vont d'un pôle de la terre à l'autre rencontrant dans ces lieux-là une certaine quantité de molécules de fer réunies & mêlées avec des parties

terreuses humectées, ils les rangent successivement dans leur direction, ils les rangent de manière que les cônes du plus grand nombre de ces molécules se présentent à eux par leurs bases, ils débouchent les cavités de ces molécules & s'accélèrent dans ces cavités; la chaleur du volcan qui se trouve dans le voisinage évapore peu-à-peu les eaux; les particules de fer acquièrent de la solidité & une position (*fig. 47*), par laquelle elles présentent les bases de leurs cavités aux courans M N.

Ce n'est pas qu'un aimant ne contienne un grand nombre de molécules disposées en tout sens, comme le fer. Mais en général les courans magnétiques, à l'instant de la formation de ces corps, rangent dans leur alignement la plupart des molécules qui leur présentent obliquement leurs bases en passant dans leur intérieur, pendant qu'ils placent de même dans leur alignement les molécules que leurs présentent leurs sommets, en passant par l'extérieur de ces molécules. Il arrive encore le plus souvent que ces molécules étant unies les unes aux autres par leurs côtés plans, de manière que les bases des unes répondent aux sommets des autres *même figure*; en même-tems que les courans rangent celles qui leur présentent

les bases de leurs cavités , les autres sont placées dans le même alignement que ces courans , & leur opposent leurs sommets. C'est cette disposition qui donne à un aimant la propriété de changer de poles. Outre ces molécules ainsi disposées , un aimant en contient beaucoup d'autres placées indifféremment en tout sens ; ce qui donne à des aimants la facilité d'acquérir plusieurs sphères magnétiques. L'on en voit en effet qui ont deux ou trois sphères magnétiques dont les axes se coupent sous des angles différens.

L'arrangement de ces particules donne beaucoup plus de force à la sphère magnétique d'un aimant naturel , qu'à celle d'un morceau de fer d'un égal volume , aimanté par les courans ordinaires de la terre , & sans aucune préparation. Mais si le fer est aimanté artificiellement , comme ce métal contient plus de molécules ferrugineuses à volume égal que l'aimant naturel , il peut acquérir une sphère magnétique plus dense que celle de cet aimant & souvent plus forte.

L'aimant naturel est moins exposé à perdre sa sphère magnétique que le fer , ses molécules sont plus fixes , la chaleur , le froid & les secousses ne dérangeront donc pas si facilement

ses molécules ; d'ailleurs la rouille n'agit pas aussi aisément sur un aimant naturel que sur le fer.

Je viens de dire qu'une barre de fer tenue pendant quelque-tems perpendiculaire à l'horison acquiert une sphère magnétique qui attire l'extrémité d'une aiguille aimantée tournée au sud ; cette barre de fer placée ensuite parallèlement à l'horison , de manière qu'elle soit perpendiculaire au plan des courans magnétiques , attire encore la même extrémité de l'aiguille ; mais étant frappée par le bout opposé avec un marteau , elle perd sa vertu magnétique. Il est facile d'en voir la raison. La sphère magnétique de cette barre est composée des élémens du fluide de même nom , qui se succèdent , par des chocs très-prompts , dans les cavités des molécules du fer : en frappant la barre avec un marteau en un sens opposé à la direction des élémens , le choc du marteau , qui se communique à toutes les molécules qui composent la barre , arrête les chocs des élémens qui s'accélérent dans les cavités de ces molécules , & détruit la sphère magnétique de cette barre.

Cette sphère est également détruite si la barre est frappée par le côté opposé ; le choc se communique de la même manière à toutes les molécules ; ces molécules par leur trémouf-

fement très-prompt suspendent les chocs des courans & les arrêtent dans leur mouvement.

Si la barre perpendiculaire à l'horison , est frappée par son extrémité inférieure , celle d'où sortent les courans magnétiques , la sphère magnétique est détruite. Mais il faut des coups plus forts que dans sa position horizontale.

La barre acquiert bientôt une nouvelle sphère , si on la laisse un instant dans la même situation perpendiculaire ; car au moment où la barre est frappée , le choc du marteau se communique à toutes les molécules qui la composent , les vibrations & les chocs des élémens sont suspendus dans le même instant , & la barre perdrait totalement sa sphère , si les courans , qui vont dans la terre , cessoient d'entrer dans cette barre ; mais au même instant que le choc cesse , d'autres élémens succèdent aux précédens , & rendent à cette barre sa sphère magnétique , & non-seulement ils rétablissent sa sphère , mais ils augmentent sa force. Le coup donné à la barre communique un trémoussement à toutes les molécules qui la composent , elle met en mouvement toutes ses molécules ; les courans qui rentrent après le choc donné rangent un grand nombre de ces molécules dans leur

alignement , & donnent à la barre une sphère magnétique plus forte : de quelque côté que la barre soit frappée , le même effet arrive. Il est donc inutile d'aller chercher des pointes qui se hérissent , & qui se baissent ou s'élèvent.

Jusqu'ici le fer est le seul corps qui ait donné des marques d'attraction & de répulsion ; si quelqu'autre corps a été attiré , c'est qu'il contenoit des particules ou des molécules de fer , comme le prouve leur décomposition.

L'on a remarqué que presque tous les corps contenoient des parcelles de fer ; ils sont donc par là presque tous attirables à l'aimant ; mais ces différens corps & les métaux , à l'exception du fer , étant dégagés des matières hétérogènes , ne donnent absolument aucun signe de magnétisme. Dès-lors il est évident que leurs molécules sont composées différemment de celles du fer , & que dans leur aggrégation elles ne laissent pas des vuides dans lesquels les élémens des courans magnétiques puissent s'accélérer , ce que l'on verra par la suite.

Les courans qui passent au-dessus de la surface d'un aimant , sont ceux qui traversent ce corps parallèlement à son axe ; il doit donc y avoir autant de courans autour d'un aimant , qu'il y a d'alignemens de molécules de fer

parallèles à l'axe de ce corps. M. Briffon, de l'Académie des Sciences, aussi obligeant qu'honnête, a bien voulu me prêter un aimant sphérique; son diamètre est de treize lignes. J'ai placé cet aimant dans un carton, de manière que son axe fût dans le plan du carton; ayant tamisé de la limaille au-dessus, j'ai eu les courbes que l'on voit représentées dans la figure 48; ces courbes prouvent évidemment par leur entrée dans le corps & par leur sortie, que les courans le traversent parallèlement à son axe, & que le nombre de ces courans doit être égal à celui des alignemens des molécules de fer parallèles à cet axe, & compris dans l'équateur de ce corps.

Cet aimant a ses poles bien marqués, son équateur *CD*, est à-peu-près également éloigné des poles, il paroît seulement un peu incliné à l'axe magnétique de l'aimant. *A* est le pole austral de cet aimant, ou c'est le pole d'où sortent les courans magnétiques; je le nomme pole de sortie d'après M. de Fay, (Mémoires de l'Académie); *B* est son pole boréal ou son pole d'entrée. Les courans sortent non-seulement de ces poles, mais des différentes latitudes *CA*, & ils se portent aux latitudes correspondantes *CB*, d'où résultent les courbes

F G H, L M N, d'un côté & *P Q R, S T U*, de l'autre. Ces courans qui pénètrent dans le corps sphérique par *H N*, & par *S P*, ne le traversent pas exactement parallèlement à son axe, mais ils décrivent des courbes *H P F*, & *N Q L*, d'une part, & *S Y U*, *P X R* de l'autre, & ces courans sortent par les pores *F L* & *R U*, pour circuler ainsi perpétuellement.

Ces courbes *F G H F* & *L M N L* ne sont pas semblables ni régulières, en général la figure de ces courbes dépend de la forme de l'aimant autour duquel elles circulent. Les courbes, qui passent au-dessus de l'aimant de la figure 19, ont une courbure différente de celle des courans qui circulent autour de l'aimant sphérique précédent. Ici ces courbes paroissent être des paraboles dont le grand axe est dans l'équateur du corps; à la sortie & à l'entrée de ce Corps, les courbes ont une forme elliptique.

Pour connoître la nature de ces courbes, il faut considérer de quelle manière les élémens des courans se propagent. Ces élémens se propagent par leur propre force élastique & dans un milieu élastique & de même nature qu'eux. Ce ne sont pas ici des corps qui fen-

dent un fluide , & se propagent dans son milieu ; par une telle propagation ces élémens ne décriroient pas des courbes, ils seroient seulement rallentis dans leur mouvement. Mais ces élémens sont forcés de se porter dans les vuides qu'ils ont laissés derrière eux (Chap. 7), ils prennent le chemin le plus court. Ces courans , revenant toujours dans leurs mêmes cavités , décrivent des courbes concentriques les unes aux autres , & ne se dérangent nullement entr'eux ; ils auront donc en général une figure relative à la forme de leur aimant : si l'aimant est long , les courbes seront allongées ; si l'aimant est élevé à son équateur , les courbes seront élevées. Les courans de l'aimant sphérique précédent ont plus de courbure dans l'équateur de leur sphère que dans celui de l'aimant de la figure 19.

Dans un même aimant , dans l'aimant sphérique , les courbes ne sont pas semblables entr'elles. Le rapport de leur grand à leur petit axe est différent pour chacune , de même que leur courbure , ce qui rend très-difficile la recherche de leur équation générale. Il faudroit autant d'équations qu'il y a de courans dans la sphère magnétique de ce corps , ce qu'il n'est pas possible de donner. En exami-
nant

nant les courbes des courans de la fig. 48, l'on voit que les courbes des courans qui passent au-dessus du corps sphérique près de la surface de son équateur, décrivent des paraboles $C G M Z$. Et l'on sait que dans les paraboles les quarrés des ordonnées sont comme les abcisses.

Les courans qui sortent d'une plus grande latitude s'écartent de la forme parabolique, ils décrivent des courbes à-peu-près elliptiques, dont le grand axe coupe à angle droit l'équateur magnétique. Les courans qui circulent exactement d'un pôle à l'autre, décrivent des ellipses dont les quarrés des ordonnées sont comme les produits des abcisses. L'on peut donc dire en général que les équations des courbes des courans qui forment la sphère magnétique d'un aimant sphérique, sont à-peu-près ou paraboliques, ou elliptiques. C'est un problème très-intéressant que j'espère entreprendre par la suite. Ce que je viens de dire suffit pour faire voir quelle peut être la nature de ces courbes.

Quant à la densité des courans de la sphère de cet aimant, d'après la vitesse & la force des courans, qui sont proportionnelles à l'étendue

de leur passage au travers de ce corps, je trouve que l'intervalle de ces courans, pris en hauteur dans l'équateur de la sphère, est en général en raison simple de leurs distances à son centre; la densité des courans de cette sphère feroit donc en raison simple inverse de ces distances, si le nombre des courans étoit comme ces distances: parce qu'alors l'intervalle de ces courans pris en largeur feroit égal; mais les courans qui passent à une égale distance de la surface de ce corps, sont ceux qui le traversent à une même distance de son axe, & le nombre de ces courans considérés dans leur passage au travers de l'équateur de l'aimant est en raison directe de leurs distances au centre de cet aimant. L'intervalle de ces courans au-dessus de sa surface étant donc en hauteur, comme les distances de leur passage à son centre, & leur intervalle en largeur étant en raison doublée directe de ces distances, la densité de ces courans fera en raison triplée inverse de ces mêmes distances; telle sera la densité de cette sphère dans l'équateur de l'aimant.

Sa densité sera différente en allant vers les poles: comme cette sphère est composée de courans qui sortent du pole austral de l'aimant

sphérique , & des différentes latitudes australes pour se porter à l'autre pôle , & aux latitudes boréales correspondantes , l'on trouvera en général la densité des courans de cette sphère en raison triplée inverse de la distance au centre de ce corps , multipliée par le quarré du sinus de la latitude , ou en raison composée triplée inverse de cette distance , & doublée inverse du sinus de la latitude.

Sur les poles mêmes la densité de cette sphère , ou celle de ses courans sera en raison doublée inverse de la distance multipliée par la moitié de cette distance. La densité de la sphère de ce corps diminuera donc dans ces lieux - là en une moindre raison qu'au-dessus de son équateur. Sur les poles la densité diminueroit en raison doublée inverse de la distance , si les rayons sortoient en forme de rayons divergens du centre du corps. Mais ils sortent en décrivant des courbes divergentes , dès-lors la densité doit diminuer en une plus grande raison que la doublée inverse de la distance , & elle diminue à-peu-près en cette raison doublée multipliée par la moitié de cette même distance , pendant qu'au-dessus de l'équateur elle sera en raison triplée inverse de la distance au centre du corps sphérique.

L'attraction magnétique , c'est-à-dire , la force avec laquelle le fer est attiré par un aimant , devroit être ainsi en raison directe de la densité des courans de la sphère magnétique de cet aimant dans l'équateur de cette sphère , où elle est en raison triplée inverse de la distance au centre de ce corps ; mais la force de cette attraction est de plus en raison directe des courbures des courans ; & ces courbures sont en raison inverse des distances de leurs courans au centre de l'aimant , ou en raison inverse des rayons de ces courbes. La force d'attraction dans l'équateur de la sphère magnétique de ce corps , fera donc en raison quadruplée inverse des distances à son centre.

Telle seroit en effet cette force attractive , si la vitesse des courans dans leur propagation étoit égale pour tous de même que leur force ; cette vitesse est égale , mais leur force est proportionnelle à la grandeur des alignemens qu'ils suivent dans leurs aimants , cette force est en raison directe de l'étendue de leurs courbes , & par conséquent à-peu-près en raison directe des distances de ces courbes dans l'équateur magnétique au centre de l'aimant. L'attraction magnétique dans cet équateur , fera donc en raison composée de la raison qua-

druplée inverse des distances au centre de l'aimant & de la raison simple directe de ces distances, elle fera par conséquent en raison triplée inverse des mêmes distances.

La force d'attraction magnétique dans l'axe de cette sphère doit être plus qu'en raison doublée inverse de la distance au centre de ce corps multipliée par la moitié de cette distance ; elle est à-peu-près en cette raison doublée multipliée par le tiers de cette même distance ; l'expérience confirme cette attraction. J'ai rapporté (Chap. 6 pag. 123) une expérience de M. Dutour , qui donnoit l'attraction magnétique vers le pôle d'un aimant ; cet aimant qui attiroit à 13 pouces de distance , faisoit parcourir à une aiguille placée sur l'eau ; le premier pouce en 120'', le second pouce ou le douzième en 110'', le onzième pouce ou le troisième depuis le départ en 70'', &c. Cette aiguille est restée à venir jusqu'à l'aimant $528'' = 8' 48''$. Or dans une accélération en raison doublée des tems écoulés depuis le départ , les espaces parcourus en chaque tems égal , sont comme 1, 3, 5, 7, &c. & ils feroient pour 13 tems égaux , comme 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25. Les espaces étant pris égaux , les tems feroient

en cette raison inverse , & les tems écoulés depuis le départ en raison sous-doublée inverse de ces espaces : ici les espaces sont égaux , & je trouve que l'aiguille a employé 120'' à parcourir le premier pouce , ou le treizième à compter de l'aimant , pendant qu'avec une accélération en raison doublée des tems , elle eût dû employer seulement 25'' à parcourir ce premier espace. Comme elle reste 528'' , à parcourir les 13 pouces , & qu'elle parcourt les deux derniers pouces vers la surface du corps en 1'' , l'on trouvera que les tems écoulés depuis le départ , sont à peu près en raison doublée inverse des distances multipliées par la moitié de ces distances ; savoir , comme $169 \times 6 = 1014 : 1$; ou plus exactement , comme l'aiguille ne parcourt le premier pouce qu'en 120'' , & le dernier en $\frac{1}{2}$ '' , & qu'elle reste à parcourir l'espace entier 528'' , c'est $120'' \times 4\frac{1}{3} = 520''$, ce qui donne les tems écoulés depuis le départ en raison doublée inverse des distances multipliée par le tiers de ces distances.

J'ai répété l'expérience de M. Dutour , avec l'aimant sphérique de la figure 48 , qui attire par son pôle à plus de 11 pouces ; cet aimant

n'a que 13 lignes de diamètre. Ayant placé une aiguille sur l'eau de manière qu'elle ne put se détourner ni à droite, ni à gauche, & lui ayant présenté un des poles de l'aimant, il m'a paru que l'accélération se faisoit de manière que les tems étoient en une plus grande raison que la doublée des distances multipliée par le tiers de ces distances; savoir, plus grande que $XX \frac{x}{3}$, & à-peu-près comme $XX \frac{1}{2} X$; pendant que l'aimant quarré de la figure 19 m'a donné à-peu-près le même résultat que celui de M. Dutour.

Cette différence entre les attractions des deux aimants qui produisent l'accélération de l'aiguille, proviennent évidemment de leur forme. L'aimant sphérique donne plus de divergence à ses courbes, au sortir de ses poles, que l'aimant quarré, & de là les espaces parcourus sont en plus grande raison des tems auprès du premier qu'auprès du second aimant. J'ai voulu connoître ensuite si l'accélération vers l'équateur du corps sphérique étoit la même que je l'ai dit ci-dessus.

J'ai placé sur l'eau un petit aimant sphérique qui pesoit 25 grains, cet aimant étoit porté sur du liége. L'on voit (*fig. 49*) les

courans de sa sphère magnétique. J'ai mis le premier aimant, & le plus gros sur un guéridon qui le soutenoit à la surface de l'eau, & j'ai placé le second dans la sphère magnétique de celui-ci ; & environ à six pouces de distance de son centre, bien-tôt le second a été agité par le plus gros, son axe s'est placé parallèlement à celui du premier corps, de manière que son pôle austral s'est tourné vers le pôle boréal de celui-ci. Le petit aimant a été attiré par le plus gros, il s'est approché de lui, non pas directement vers son équateur, mais en décrivant les courbes *PRB* (*fig. 48*), s'il étoit placé plus proche de ce pôle que de l'autre ; & au contraire, il décrivait les courbes *PSA*, s'il se trouvoit placé plus proche du pôle austral que du pôle boréal du gros aimant, & le plus petit se réunissoit à lui par ses pôles.

Lorsque le petit aimant étoit éloigné de plus de six pouces du centre du premier, & que le pôle austral de celui-ci regardoit le pôle boréal de la terre ; le plus petit toujours placé dans l'équateur de sa sphère magnétique, ne présentait plus son pôle boréal au pôle austral du premier, mais le second aimant tournoit son pôle austral vers le boréal de la terre :

Alors cet aimant obéissoit plutôt à la sphère magnétique de la terre qu'à celle du premier aimant.

Lorsque le petit aimant n'étoit placé qu'à deux pouces de distance du premier, & toujours dans l'équateur de sa sphère, il ne décrivait plus des courbes vers l'un ou l'autre pôle, mais il se portoit directement vers l'équateur du gros aimant en accélérant son mouvement en une raison un peu moindre que la triplée inverse de la distance, & à-peu-près en raison de $XX\frac{2}{3}X$, & son axe conservoit son parallélisme avec le premier aimant.

L'accélération de ce petit aimant étoit ainsi en une moindre raison des distances, que ne le donne la théorie ci-dessus, en raison triplée inverse de ces distances : cette dernière auroit lieu en effet si le second aimant étoit très-petit en comparaison du premier, & si son diamètre n'étoit que le $\frac{1}{100}$ environ de celui de ce corps, parce qu'alors il n'y auroit d'autre attraction que celle de l'équateur magnétique de ces corps ; mais le second aimant a un diamètre qui est seulement le $\frac{1}{3}$ de celui du premier. Son diamètre est de 4 lignes, & celui du

premier aimant de 13 lignes. Dès-lors ces deux corps s'attirent mutuellement par leurs poles ; cette attraction polaire se joint à celle de leur équateur pour faire approcher ces deux corps , & la première est en raison doublée inverse des distances multipliée par la $\frac{1}{2}$ de cette distance : il ne fera donc pas étonnant que l'accélération de ces deux corps placés dans leurs équateurs mutuels soit en moindre raison que la triplée inverse des distances au centre du gros aimant , & qu'elle soit à-peu-près comme $X X \frac{2}{3} X$.

Quant à la loi de l'accélération magnétique du petit aimant vers le premier dans des latitudes différentes de la sphère , comme la loi d'attraction dans l'équateur de celui-ci est en raison triplée inverse des distances à son centre , & que sur ses poles elle est en raison doublée inverse des distances multipliée par la $\frac{1}{2}$ de cette même distance , elle fera , dans les différentes latitudes de la sphère du gros aimant , en raison composée des deux accélérations , qui , prises à égale distance du centre de ce corps au-dessus des poles & de l'équateur , sont à-peu-près en raison doublée

inverse des sinus de latitude ; l'accélération est ainsi très-supérieure sur les poles à égale distance du centre de ce corps.

A la place de l'aimant sphérique , j'ai mis l'aimant quarré de la figure 19 , le petit aimant sphérique placé à six pouces de distance du centre de l'aimant quarré a été attiré , & il a suivi les courbes des courans P R A & P S B , selon qu'il se trouvoit placé dans l'équateur magnétique , plus du côté du pole A , que du côté du pole B ; le second aimant ne s'approchoit directement du premier que lorsqu'il se trouvoit placé dans l'équateur de celui-ci à trois pouces de distance de son centre , pour lors il s'en approchoit en conservant le parallélisme de son axe avec une accélération qui étoit en raison de $XX \frac{2}{3} X$, & un peu moindre cependant que vers le corps sphérique.

Les deux aimants sphériques placés sur l'eau & furnageant , présentés l'un à l'autre par leurs équateurs , s'approchoient mutuellement & la quantité de leur approximation respective étoit en général en raison inverse des forces de leurs sphères & inverse de leurs quantités de matière ou de leurs poids. Le premier pesoit 2 onces 1 gros 30 grains , & le second 25 grains , leurs pé-

santeurs étoient ainsi comme 45 : 1. Ces deux aimants en s'approchant décrivirent mutuellement les courbes de leurs sphères, & se rejoignoient par leurs pôles. Lorsqu'ils étoient placés dans leurs équateurs mutuels, ils s'approchoient directement l'un de l'autre, leurs axes conservoient leur parallélisme, & ils se réunissoient par leurs équateurs.

Mais si l'un des deux aimants étoit assujetti, savoir, le plus petit, de manière qu'il ne put décrire les courbes dont je viens de parler, pour lors le petit aimant s'approchoit directement du premier.

Pour connoître l'étendue de la sphère magnétique du plus gros aimant, & en même-tems savoir à quelle distance les deux aimants pouvoient agir l'un sur l'autre, j'ai suspendu à un cheveu le petit aimant, & j'en ai approché le plus gros à deux pieds & demi de distance, ayant soin de le faire tourner pour rendre son action sensible sur le petit aimant. J'ai trouvé qu'à cette distance le premier agitoit celui-ci. A deux pieds l'oscillation devenoit plus forte. L'axe du petit aimant étoit à-peu-près dans la direction des courans magnétiques de la terre dont la sphère étoit plus forte que celle du premier aimant. Si la

petit aimant n'eut pas été exposé à l'action de la sphère de la terre, l'action du premier eut pu être sensible sur cet aimant à 2 pieds & demi de distance. L'étendue de la sphère du premier aimant qui a 13 lignes de diamètre auroit été ainsi environ de 40 de ses diamètres ou de 80 de ses rayons.

Continuant d'approcher le premier aimant du second, l'agitation est devenue plus forte. J'ai remarqué que le premier par son équateur, détournoit l'axe du second aimant de sa direction; à 5 pouces de distance, il a rendu l'axe du second parallèle au sien, & il l'a attiré sensiblement en le détournant de la perpendiculaire. A deux pouces de distance, il l'a réuni à son équateur, & les deux axes sont restés parallèles. L'on voit donc par-là que si un des deux aimants est arrêté par un fil qui l'empêche d'aller à droite ou à gauche, il est attiré directement par l'équateur de l'autre aimant. Je n'ajouterai pas qu'ayant présenté le pôle boréal du premier aimant au pôle austral du second, il l'attiroit & le repoussoit lorsqu'on lui présentoit le pôle austral, ce sont les résultats ordinaires des expériences magnétiques.

Quant à l'étendue des sphères magnétiques de ces deux aimants comparées l'une avec

l'autre, j'ai remarqué dans l'expérience des *fig.* 48 & 49, que le premier aimant rangeoit la limaille de fer dans le plan de son équateur, à quatre pouces environ de distance de son centre, & le second à un pouce & six lignes; les autres courbes que l'on voit au-delà dans ces deux figures, sont tracées d'après les courans TA & LB (*fig.* 48 & 49), que donnoit la limaille aux environs des poles de ces aimans. Ces courbes existent certainement, puisque ces deux aimants placés sur l'eau s'attirent mutuellement à plus de distance. Pour connoître par expérience l'étendue des deux sphères, j'ai suspendu à une soie une petite aiguille aimantée, & j'ai reconnu que le gros aimant l'agitoit à 24 pouces, pendant que le second ne l'agitoit avec la même force qu'à huit pouces seulement: d'où l'on peut conclure que les étendues des sphères magnétiques de ces corps sont comme 3 : 1, & à-peu-près en raison directe de leurs diamètres, de même que les forces de leurs sphères. Et en effet,

J'ai dit ci-dessus que l'intervalle des courans magnétiques dans l'équateur d'une sphère, pris en largeur étoit en raison doublée inverse de leurs distances à l'axe du corps, & leur intervalle en hauteur en raison directe de ces distan-

ces , ce qui donnoit la densité de cette sphère en raison triplée inverse de ces mêmes distances : or l'étendue d'une sphère dépend de l'intervalle des courans , pris en hauteur ; elle dépend aussi de la grandeur des alignemens que traversent les courans , puisque les forces des courans sont comme ces alignemens , ces alignemens étant les diamètres mêmes de ces corps : l'étendue des sphères entr'elles fera donc en raison directe des diamètres des corps qui les forment. Quant aux forces de leurs sphères , à égale distance des centres de ces corps , elles seront évidemment en raison du cube de leurs diamètres , ou en raison directe des masses attractives magnétiques de ces corps , ou à-peu-près en raison directe de leurs masses réelles : car à distances égales de ces centres les courbes des sphères du gros & du petit aimant sont à-peu-près égales ; les forces de ces sphères seront donc comme leurs densités , & par conséquent comme les masses de ces corps.

Si les distances sont différentes , comme dans une même sphère , la force d'attraction varie à-peu-près en raison triplée inverse des distances ; ces forces seront pour les deux corps en raison composée directe des masses de ces corps qui sont comme les cubes de

leurs diamètres , & en raison triplée inverse des distances.

Au-dessus des poles , les forces d'attraction seront en raison composée directe des cubes de leurs diamètres , & doublée inverse des distances multipliée par la $\frac{1}{2}$ de ces distances.

Si deux corps s'attirent mutuellement par leurs équateurs , & que la différence de leurs diamètres ne soit que comme 3 : 1 , l'attraction magnétique des poles concourt autant pour le moins , comme on l'a vu , à faire approcher ces corps , que l'attraction de leurs équateurs , ce qui donne dans ce cas l'accélération de ces Corps , l'un vers l'autre moindre que la raison triplée inverse des distances , & approchant comme $XX \frac{5}{6} X$.

L'on regardera peut-être comme très-hypothétique les courbes que je suppose dans les molécules du fer. Il est à la vérité difficile de décider si les cavités dans lesquelles passent les courans magnétiques , sont dans l'intérieur même des particules de ce métal ou si ces particules forment ces cavités dans leur réunion. Mais d'après la théorie du magnétisme que je viens d'exposer , il paroît comme certain que les
élémens

éléments du fluide magnétique, ne composent des courans, que parce qu'ils accélèrent leur mouvement dans des cavités qui se trouvent dans l'intérieur du fer; ils sont comprimés en passant au sommet de ces cavités, & s'élancent dans le fluide de leur espèce, élastique comme eux.

Cette théorie sera également la même, soit que le fluide magnétique soit un fluide particulier, ou tout autre fluide, tel que le fluide du feu ou celui de la lumière; comme ces deux derniers fluides sont l'un & l'autre élastiques, ils pourroient former de la même manière autour d'un corps des courans magnétiques. Mais il paroît que le fluide magnétique n'est pas le fluide de la lumière, puisque le mouvement des courans devroit produire de la lumière; il devroit de même produire de la chaleur s'il étoit le fluide du feu. Cependant il pourroit arriver que les particules du feu n'étant pas dans des vibrations aussi promptes dans un aimant que dans un corps embrasé, elles ne produisissent ni chaleur, ni lumière. C'est ce que j'examinerai par la suite. Mais dans tous les cas la théorie du magnétisme sera toujours à-peu-près telle que je l'ai exposée dans ce Chapitre; & c'est d'après cette même théorie que je vais expliquer les phénomènes de la sphère magnétique de la terre. N

CHAPITRE VIII.

De la sphère magnétique de la Terre.

ON ne peut douter que cette sphère n'existe, & que ses courans ne circulent d'un pôle de la terre à l'autre. Par-tout où l'on place une aiguille aimantée libre & suspendue sur un pivot, elle tourne une de ses extrémités vers le nord & l'autre vers le sud. C'est une expérience journalière, si convaincante, qu'il seroit aussi absurde de la nier que de nier sa propre existence. Ce sont évidemment des courans magnétiques qui dirigent ainsi l'aiguille aimantée. Ces courans sortent de la terre, se portent d'un pôle à l'autre, comme ceux des aimans des *fig. 48 & 49*; il faut donc que la terre contienne dans son intérieur & vers son centre des parties d'aimant, ou des molécules de fer, ou enfin des molécules semblables à celles du fer, dans lesquelles les courans magnétiques accélèrent leur mouvement comme dans un aimant ordinaire.

Ces élémens pénètrent dans la terre par son pôle austral; ils suivent des alignemens de molécules à-peu-près parallèles à l'axe ou un peu convexes du côté de l'axe; ces courans

sortent par le pôle boréal de la terre, & ne pouvant se propager directement dans leur propre milieu, ils sont forcés de circuler vers l'autre pôle, & d'aller remplacer les vuides qu'ils ont laissé dans ce pôle en passant au-dessus de la surface de la terre & dans l'épaisseur de sa surface.

On ne peut mieux se représenter ces courbes que par celles de l'aimant sphérique de la figure 48; les courans qui sortent des latitudes australes *CA* se portent vers les latitudes boréales correspondantes *CB*; ils sortent des latitudes *FL*, & se portent aux latitudes *HN*, ils traversent la terre presque parallèlement à son axe de *H* en *F*, & de *N* en *L*, en décrivant des courbes dont la convexité est tournée vers l'axe de l'aimant. Les courans qui passent par l'axe même du corps suivent la ligne droite; ils entrent par le point *A*, & se portent directement vers *B*.

Si les courans qui passent au-dessus de la surface de la terre, rencontrent dans leur direction une aiguille de fer, ils l'aimantent de même que les courans de l'aimant de la fig. 48 aimantent l'aiguille *ab*: ces courans traversent l'aiguille de *b* en *a*; l'extrémité *b* est parallèle à un pôle d'entrée, & l'extrémité *a* un pôle de sortie. La première est le pôle austral

de cette aiguille, & la seconde son pole boréal ; ainsi une aiguille aimantée , placée sur la surface de la terre, dans la direction des courans magnétiques , présente son pole austral au pole boréal de la terre & son pole boréal au pole austral de ce corps , & ces deux aimans se regardent, pour ainsi dire , par les poles de différens noms. ○

Ces courans , en traversant l'aiguille de *b* en *a*, accélèrent leur mouvement dans ce passage; ils laissent des vuides derrière eux ; ils sont forcés de revenir vers l'extrémité *b* , au sortir de l'extrémité *a* ; ils décrivent les courbes *de* & *fg*. Or l'action de ces courans contre ceux de la terre est égale en *d* & en *f*, & en *e* & en *g* , l'aiguille conservera donc sa position.

Une barre de fer tenue perpendiculaire à l'horifon (Chapitre 7,) attire par son extrémité inférieure le bout d'une aiguille aimantée qui regarde le sud. Cette extrémité est donc un pole de sortie , ou elle est un pole austral , & par conséquent les courans magnétiques de la terre pénètrent dans cette barre par son extrémité supérieure , & ils sortent par son extrémité inférieure. Ce phénomène qui a lieu dans tout l'hémisphère septentrional , prouve que les courans magnétiques entrent dans la terre par la surface de cet hémisphère.

Dans l'hémisphère austral, les poles de la barre changent. L'extrémité inférieure est un pole d'entrée & l'extrémité supérieure un pole de sortie. Les courans de la sphère magnétique de la terre sortent donc des différentes latitudes australes.

Sur l'équateur, les courans sont parallèles à l'axe de la terre; ils traversent à angles droits la barre perpendiculaire à l'horison, ils n'entrent pas plus par une extrémité que par l'autre, & cette barre n'a aucun pole marqué, comme le prouvent les expériences de M. Halley. La terre a donc certainement une sphère magnétique, & cette sphère a un équateur & des poles.

Ces poles magnétiques ne sont pas les poles mêmes de la terre; l'on observe que l'aiguille aimantée se dirige le plus souvent tantôt à l'orient & tantôt à l'occident des derniers poles, & que sa déclinaison varie suivant les latitudes. D'après ces Observations M. Halley conclut que l'on ne peut admettre deux seuls poles magnétiques; il en suppose quatre; il suppose deux sphères magnétiques, dont les courans donnent deux lignes sans variation sur la surface de la terre. L'on voit ces deux lignes dans la figure 50.

N³

M. Halley place le premier pole en C , sur le méridien de Landsend en Angleterre , environ à 7 degrés du pole arctique ; c'est le pole qui régit principalement la déclinaison de l'aiguille aimantée dans toute l'Europe : son action se combine avec celle de l'autre pole magnétique septentrional , qu'il place en B , dans le méridien qui passe au milieu de la Californie ; ce pole est environ à 4 degrés du pole boréal ; c'est le pole qui régit l'aiguille aimantée dans l'un & l'autre océan , depuis les Açores jusqu'au Japon.

Les deux poles magnétiques méridionaux sont moins voisins du pole austral ; l'un s'en éloigne de 16 degrés , & se trouve en D *fig.* 50 , à peu-près dans le méridien qui passe à 20 degrés ouest du détroit de Magellan. Suivant M. Halley , ce pole régit la déclinaison de l'aimant dans toute l'Amérique méridionale , la Mer pacifique , & dans la plus grande partie de l'Océan Ethiopique ; le quatrième & dernier pole A est éloigné du pole austral de la terre de 20 degrés , & se trouve dans le méridien qui passe par la nouvelle Hollande & par l'Île Célèbes ; c'est le pole dominant dans la partie méridionale de l'Afrique dans la Mer rouge , la Perse , l'Inde , & sur-tout dans la partie de la Mer des Indes , depuis le

Cap de Bonne-Espérance , jusqu'au milieu de la Mer du sud.

Chacun de ces poles régit l'aiguille aimantée dans la partie de l'hémisphère où il est situé , & il agit en raison directe de sa force ; dans les distances moyennes de deux poles , l'aiguille est soumise à l'action combinée de ces poles.

M. Halley en admettant quatre poles magnétiques reconnoît donc deux sphères magnétiques ; mais alors comment ces deux sphères pourroient-elles subsister indépendantes l'une de l'autre , d'après ce que j'ai dit , Chap. 7 ? Ces sphères devroient évidemment n'en former qu'une seule , & elles devroient s'être réunies depuis long-tems. Or , dans l'hypothèse d'une seule sphère magnétique , peut-on également expliquer les phénomènes de l'aiguille aimantée ? Je ne saurois mieux faire que de rapporter ici les recherches de M. Euler sur cette matière. Mémoires de l'Académie de Berlin , année 1775 , pag. 175.

M. Halley prétend que si la terre n'avoit que deux poles magnétiques sous chaque méridien , les boussoles devroient décliner partout en un même sens , ou vers l'est ou vers l'ouest ; mais , dit-il , on a observé que sous le méridien qui passe par la baie de Hudson , & par

les côtes du Brésil , la déclinaison étoit occidentale dans la baie de Hudson , & orientale sur les côtes du Brésil , & même fort grande dans l'un & l'autre endroit ; les deux poles magnétiques ne sont donc pas suffisans pour expliquer les phénomènes de la déclinaison.

M. Euler , pour examiner la force de ce raisonnement , remarque d'abord que si ces deux poles magnétiques étoient diamétralement opposés , il ne sauroit arriver que , sous un même méridien , la déclinaison fût quelque part orientale , & dans un autre endroit occidentale. Mais dès que les deux poles magnétiques ne sont pas diamétralement opposés l'un à l'autre , la première proposition perd toute sa force , & il peut alors fort bien arriver que la déclinaison soit quelque part orientale , & en d'autres endroits occidentale , comme je le prouverai , dit M. Euler ; il me sera donc permis de regarder l'hypothèse des quatre poles magnétiques comme fort douteuse , & avant qu'on ait très-évidemment prouvé que les deux poles magnétiques ne sont pas suffisans pour expliquer les phénomènes de la déclinaison magnétique , ce seroit contre les règles d'une bonne physique , si on vouloit recourir à quatre poles.

M Euler cherche ensuite à déterminer la déclinaison de l'aiguille aimantée pour tous les lieux de la terre, lorsque les deux poles magnétiques ne sont pas diamétralement opposés. Il considère d'abord le cas où les deux poles magnétiques sont diamétralement opposés; ensuite il les suppose en deux méridiens opposés, mais non pas également éloignés des poles de la terre; en troisième lieu, il les suppose dans un même méridien, & enfin en deux méridiens différens: tous cas, dit-il, très-intéressans, parce qu'il paroît certain que ces poles changent de place avec le tems. Il faut voir dans le Mémoire même de M. Euler ses recherches; il est difficile de donner avec plus de précision des solutions qui paroissent si compliquées.

Dans la première section, les deux poles magnétiques étant diamétralement opposés, il trouve qu'il ne peut arriver que sous un même méridien la déclinaison soit quelque part orientale, & en un autre lieu occidentale; mais elle est plus ou moins orientale, c'est-à-dire, que ses degrés de déclinaison varient dans un même méridien à l'est & dans un autre méridien à l'ouest; il n'y aura que deux méridiens dans lesquels la déclinaison sera nulle.

Dans la seconde section, M. Euler considère les poles magnétiques en deux méridiens opposés, mais non pas également éloignés des poles de la terre; il détermine la déclinaison pour chaque lieu, qui se trouve alors dans un même méridien, tantôt orientale & tantôt occidentale. Dans la troisième où il suppose les poles magnétiques dans un même méridien, ses lignes de déclinaison approchent plus des lignes halléyennes. Enfin, dans la quatrième section où les poles magnétiques sont placés d'un même côté & en deux méridiens différens, comme en C & en D, (*fig. 50*) sa théorie approche le plus de ces lignes, ou des déclinaisons tant de la carte de M. Halley, que des observations qui ont été faites jusqu'aujourd'hui, & elle en approche plus que dans aucun des cas précédens.

M. Euler place le pole boréal magnétique à 17 degrés du pole arctique sur le méridien qui passe par la Californie, & le pole austral magnétique à 40 degrés du pole antarctique sur un méridien qui est à 60 degrés du précédent, & qui passe par la nouvelle Zélande & par la mer du Sud. Ces deux poles sont à peu près le second septentrional, & le second méridional de M. Halley. Pour les deux autres,

il est facile de voir (*fig. 48*) que ce sont les courbes des courans magnétiques qui , dans nos méridiens , changent la déclinaison , & la donnent tantôt orientale & tantôt occidentale ; c'est cette déclinaison qui a fait croire à M. Halley qu'il y avoit aussi deux poles magnétiques de notre côté. Si l'on veut tracer sur un globe les courbes magnétiques d'après la position des deux premiers poles , on verra à-peu-près quelle est cette déclinaison , & l'on se convaincra de la théorie simple de M. Euler , la seule conforme aux loix de la physique & du magnétisme.

M. Lambert vient de donner dans les Ephémérides de Berlin pour l'année 1779 , une nouvelle carte de la déclinaison magnétique analogue à celle de M. Halley , mais à laquelle il a ajouté les observations faites dans des endroits très-éloignés de l'Empire de Russie , dans des voyages en Arabie , en Perse , dans les Indes orientales & dans les nouveaux voyages faits autour du monde : il se trouve par cette carte qu'il faut changer un peu les deux poles magnétiques de la carte de M. Euler , (*fig. 50*) : ce que M. le Monnier avoit déjà remarqué dans la seconde partie de ses Loix magnétiques. Il faut avancer le pole

boréal d'environ un demi-degré à l'ouest, & le placer sur le 264 degré de longitude à 17 degrés du pôle arctique en F *fig. 50*, & placer le pôle austral sur le 203 degré de longitude & à 39 degrés environ du pôle antarctique en E.

La déclinaison de l'aiguille aimantée n'est pas la même pour chaque lieu ; elle varie très-sensiblement. A Paris, par exemple, en 1550, elle étoit de 8 degrés à l'est ; en 1660, de 1 degré ; en 1664, elle se trouva de 0 degré 40' à l'ouest ; en 1670, de 1 degré 30' de même à l'ouest ; elle y est restée toujours depuis ce temps, & elle n'a cessé de devenir plus occidentale, enforte qu'en 1750, elle étoit de 17 degrés 15' ; aujourd'hui elle est de 19 degrés 55', ce qui donne, par une suite d'observations combinées depuis environ deux siècles, une déclinaison qui n'a cessé d'augmenter & d'augmenter assez constamment & uniformément de neuf à dix minutes par année. Il faut donc que les courans magnétiques changent de direction, & par conséquent que les pôles changent de position : ce qui produit la variation générale de l'aiguille aimantée dont je parlerai bientôt.

L'aiguille aimantée ne souffre pas seulement des variations en déclinaison, mais encore des

variations en inclinaison. L'on remarque que l'aiguille s'incline du côté du nord, dans notre hémisphère, & du côté du sud dans l'hémisphère austral. Si les poles magnétiques étoient les mêmes que les poles de rotation de la terre, l'inclinaison seroit nulle sur l'équateur de la terre, & elle seroit égale à des latitudes égales; mais la position de l'axe magnétique, telle qu'elle est déterminée par les deux poles magnétiques, l'un à 17 degrés du pole arctique & l'autre à 39 degrés du pole antarctique, change considérablement l'inclinaison de l'aiguille aimantée.

Il est évident que par cette inclinaison de l'axe, l'équateur magnétique coupe l'équateur de la terre. Si les deux poles étoient placés dans le même méridien sur le 264 degré de longitude, l'axe magnétique de la terre seroit incliné à l'axe de rotation de 39 degrés — 17 degrés = 22 degr., les nœuds des deux équateurs seroient à-peu-près l'un sur le 200 degré & l'autre sur le 350 degré de longitude. Dans ces deux lieux-là l'inclinaison de l'aiguille seroit nulle, & elle seroit ou boréale ou australe dans tous les autres lieux de l'équateur de la terre, pendant qu'elle seroit nulle dans les lieux de la surface de la terre par où passeroit l'équateur magnétique.

Mais le pôle boréal magnétique de la terre est à 60 degrés du méridien où se trouve le pôle austral magnétique ; dès-lors l'axe magnétique est incliné d'un autre côté à l'équateur de la terre. Par la position de cet axe, son centre est éloigné du centre de la terre d'environ 383 lieues de 2283 toises chacune, & il se trouve à-peu-près dans le plan du 5 degré, de latitude septentrionale.

Le premier nœud des deux équateurs, le nœud oriental est en G, (*fig. 50*), sur l'équateur de la terre, vers le 55 degré de longitude, & dans l'Abyssinie ; le second nœud, l'occidental, est situé à-peu-près en H, vers le 305 degré de longitude, & dans l'Amérique méridionale. Du nœud oriental, au nœud occidental, l'équateur magnétique se trouve du côté du sud, & sa plus grande distance de l'équateur de la terre doit être environ de 15 degrés de latitude méridionale, & ce lieu est sur le 355 degré de longitude ; du nœud occidental au nœud oriental, l'équateur magnétique se trouve du côté du nord ; sa plus grande distance de l'équateur de la terre est de 19 degrés de latitude septentrionale ; ce lieu est dans le 187 degré de longitude. Telle est à-peu-près la position de l'axe magnétique de

la terre , celle de l'équateur de sa sphère , & la situation de ses nœuds de même que la quantité de l'excentricité de l'aimant de la terre.

Il ne paroît pas aussi facile de connoître quelle peut être la grosseur de cet aimant. A quelque profondeur que l'on ait creusé l'on n'a pas rencontré à beaucoup près sa surface. Le seul moyen qui puisse nous donner connoissance de la grosseur de sa masse , est la nature des courbes qui passent au-dessus de la surface de la terre. Si l'aimant de la terre est régulier , ces courbes étant connues , l'on aura par le Chap. 7 , la distance de la surface de cet aimant à la surface de la terre.

Supposons que l'aiguille aimantée placée près d'un des poles magnétiques de la terre dirigeât une de ses extrémités vers le centre de la terre , il est évident , Chapitre 7 , que l'aimant terrestre s'étendrait jusqu'à la surface de la terre , & qu'il occuperoit tout l'intérieur de notre globe ; par conséquent , si l'aiguille placée aux environs de ces poles , ne se dirige pas vers le centre de la terre , & qu'elle ait seulement quelques degrés d'inclinaison , les courans qui donnent à l'aiguille cette inclinaison , passent à une certaine distance de la surface de leur aimant.

Pour déterminer cette distance, il faut donc connoître l'inclinaison de l'aiguille aimantée dans les différens lieux de la surface de la terre.

Plusieurs voyageurs ont observé la quantité de cette inclinaison; M. de la Caille, entr'autres, a fait des observations suivies dans son voyage au Cap de Bonne-Espérance, & aux Iles de France & de Bourbon, pendant les années 1750, 1751, 1752, 1754. (Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, année 1754, pag. 97).

	Longitude occidentale.		Latitude septentrionale		Inclinaison.
	deg.	min.	deg.	min.	deg.
1750. Décembre.	3	21	0	30	35
	5	22	20	28	0
	7	24	0	23	44
	13	29	12	14	44
	17	26	40	8	23
	18	27	0	7	6
	21	25	55	5 $\frac{1}{2}$	30
	25	27	50	4	2
	31	30	0	2	49
1751. Janvier.	5	31	20	0	54
	6	31	55	0	12
	8	32	50	2	25
	9	33	20	3	30
	11	34	0	6	10
	13	33	40	8	55
	14	33	50	10	13

		Longitude occidentale.		Latitude méridionale.		Inclinaison. La fleur-de lis.	
		dég.	min.	dég.	min.	au sud.	au nord.
	16	35	0	13	5	$1\frac{1}{2}$	0
	17	35	30	14	32	3	$1\frac{1}{2}$
	19	37	30	18	19	11	10
	21	40	0	20	55	17	$15\frac{1}{2}$
A Rio Janeiro. F.	4	45	0	22	54	$20\frac{1}{4}$	$19\frac{1}{4}\frac{1}{2}$
Mars.	7	32	20	33	39	36	$34\frac{1}{2}$
1751... Mars..	16	11	40	35	35	$39\frac{1}{2}$	38
	18	7	50	34	39	39	38
	20	6	45	35	50	40	38
	22	3	0	36	1	$40\frac{1}{2}$	39
		Longitude orientale.					
	25	2	10	36	32	$42\frac{1}{2}\frac{1}{2}$	41
	27	6	55	36	26	$43\frac{1}{2}$	42
	30	12	45	33	56	43	41
Au Cap de Bonne							
Espérance, Avr.	26	16	10	33	55	$44\frac{1}{6}$	$41\frac{5}{6}$
A l'Isle de France.							
Au Fort-Louis.	1754. J. 11	55	8	20	10	53	$51\frac{2}{3}$
A l'Isle Bourbon.							
A Saint-Denis.	Février. 20	53	10	20	52	$55\frac{1}{3}$	53
1754. . . Mars.	2	50	0	23	27	56	53
	5	44	40	28	38	57	54
	7	39	50	30	56	58	$54\frac{1}{2}$
	9	36	15	32	35	$55\frac{1}{2}$	$53\frac{1}{2}$
	12	29	30	35	8	55	52
	17	26	30	34	1	53	51
	19	22	30	34	51	52	$49\frac{1}{2}$

		Longitude orientale.		Latitude méridionale.		Inclinaison. La fleur-de-lis.	
						au sud. au nord.	
		dég.	min.	dég.	min.	dégr.	dégr.
<i>Avril.</i>	2	6	15	27	30	35 $\frac{1}{2}$	33
	5	1	20	23	47	25 $\frac{1}{2}$	24
		Longitude occidentale.					
	8	4	30	18	29	15 $\frac{3}{4}$	14 $\frac{1}{2}$
A la vue de l'Isle							
Ste-Hélène. . .	10	8	17	15	6	9 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$
	12	11	15	11	2	1	1
Al'Isle de l'Ascension. . . .	17	16	19	7	56	11	11 $\frac{1}{3}$
	22	20	13	4	52	18 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$
	24	22	31	2	52	22 $\frac{1}{2}$	22
	27	25	4	0	11	27 $\frac{1}{2}$	27 $\frac{1}{2}$
				Latitude septentrionale.			
	29	26	45	2	58	33 $\frac{3}{4}$	33 $\frac{3}{4}$
<i>Mai</i> . . .	4	32	0	6	39	39 $\frac{1}{4}$	39 $\frac{1}{4}$
	6	36	15	10	3	43	43
1754. . . <i>Mai</i> . . .	8	38	30	14	5	48 $\frac{1}{2}$	48 $\frac{1}{2}$
	11	40	10	20	44	57	57
	13	41	10	24	59	61	61
	16	44	5	29	28	64 $\frac{1}{2}$	64 $\frac{1}{2}$
	18	46	25	31	43	66 $\frac{1}{2}$	66 $\frac{1}{2}$
	22	42	0	34	41	68	
	24	37	50	38	34	71	
	27	30	40	43	39	73 $\frac{3}{4}$	
	29	23	45	44	45	74 $\frac{1}{2}$	
	31	16	30	45	59	74	
A l'Orient. <i>Juin</i> .	14	5	43	47	45	72	
A Paris. <i>Septemb.</i>	22	0	0	49	51	72 $\frac{1}{4}$	

M. l'Abbé de la Caille compte les longitudes orientale & occidentale du méridien de Paris. Il est facile de les rapporter sur un globe & de voir quelle est l'inclinaison de l'aiguille pour chaque lieu & dans des latitudes différentes. L'on trouve en général que l'inclinaison de l'aiguille augmente en allant de l'équateur aux poles.

M. le Monier, dans ses Loix du Magnétisme, rapporte différentes observations de l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Il a mis à la fin de cet Ouvrage une carte d'inclinaison de l'aiguille, d'après celle de M. Wilcke Suédois. L'on en voit les principales courbes *fig. 51.*

Cette Carte ainsi que la Table précédente, font voir que l'équateur magnétique est à-peu-près situé de la manière dont je viens de l'expliquer. Les lieux de la terre où l'inclinaison est nulle, sont ceux par où passe l'équateur magnétique. Cette inclinaison est nulle sur l'équateur au 54 degré de longitude, & c'est le nœud oriental; elle est également nulle vers le 305 degré de longitude, c'est le nœud occidental. Vers le 355 degré de longitude au 15 degré de latitude méridionale, passe l'équateur magnétique, l'inclinaison y est nulle; elle est également nulle sur les méridiens op-

posés & approchant vers le 165 degré de longitude, & sur le 19 de latitude septentrionale. On voit par-là que la ligne où l'inclinaison est nulle, décrit une courbe qui marque les lieux où l'équateur magnétique coupe la surface du globe.

En suivant les degrés d'inclinaison marqués sur la Carte *fig. 51*, & ceux de la Table de M. de la Caille, l'on trouve que l'inclinaison de l'aiguille suit la position de l'équateur magnétique; cet équateur coupe le 355 degré de longitude à 15 degrés de latitude méridionale; & les lieux où l'inclinaison est égale de part & d'autre de cet équateur, sont plus méridionaux d'environ 15 degrés, ou si l'on prend des latitudes méridionale & septentrionale égales de part & d'autre, l'on trouve que l'inclinaison de l'aiguille est beaucoup plus grande dans l'hémisphère septentrional que dans l'hémisphère méridional.

Par exemple, suivant la Table de M. de la Caille au 21 degré 0 minute de longitude occidentale, à 30 degrés 35 minutes de latitude septentrionale, l'inclinaison de l'aiguille étoit de 66 degrés. Or, au 32 degré 20 minutes de longitude occidentale, & à 33 degrés 39 minutes de latitude méridionale, l'inclinaison étoit du côté du sud de 36 degrés; l'inclinaison de

L'aiguille étoit donc beaucoup plus grande dans l'hémisphère septentrional que dans l'hémisphère méridional à latitudes égales, & environ une fois plus grande.

Sur l'équateur même de la terre à 31 degrés 20 minutes de longitude occidentale, & 0 degré 54 minutes de latitude septentrionale, l'inclinaison a été de $26\frac{1}{2}$, & l'inclinaison ne s'est trouvée nulle en suivant le même méridien que vers le 12 degré de latitude méridionale; les différentes inclinaisons de l'aiguille dans les deux hémisphères prouvent donc que la position de l'équateur magnétique est à-peu-près telle que je l'ai trouvée par la déclinaison.

En suivant ainsi les inclinaisons de l'aiguille, on les trouve plus grandes du côté du nord, à-peu-près en raison de la distance de l'équateur magnétique à l'équateur de la terre. Dans chaque degré de longitude, la plus grande inclinaison de l'aiguille est toujours dans l'hémisphère septentrional, du nœud oriental au nœud occidental des deux équateurs, & en allant de l'est à l'ouest. Vers ces nœuds & sur les méridiens qui les coupent, l'inclinaison de l'aiguille sera à-peu-près égale à latitudes égales de part & d'autre de l'équateur de la terre; &

du nœud occidental au nœud oriental, la plus grande inclinaison de l'aiguille, à latitudes égales, sera dans l'hémisphère méridional.

En avançant de part & d'autre vers les poles de la terre, comme les poles magnétiques ne sont pas sur ces premiers poles, mais que le pole boréal magnétique est à 17 degrés du pole arctique de la terre, & le pole austral à 39 degrés de l'antarctique, les inclinaisons de l'aiguille à latitudes égales ne conservent plus le même rapport, elles se dirigent en général vers les poles magnétiques. Or c'est d'après ces courbes que nous pourrions trouver la distance de la surface de l'aimant terrestre, à la surface de la terre.

Une aiguille aimantée se place toujours dans la direction des courans magnétiques, les degrés d'inclinaison de l'aiguille marqués dans la table & dans la carte précédente donneront donc la courbe des courans magnétiques, & par conséquent la nature des courbes de ces courans. Voyons quelles sont ces courbes dans un même méridien ou dans des méridiens peu distans les uns des autres.

A Paris situé à 49 degrés, 51 minutes de latitude septentrionale & à 20 degrés 0 minutes de longitude, l'inclinaison étoit de 72 degrés

$\frac{1}{4}$. Le 22 Septembre 1754, les courans de la terre avoient cette même inclinaison à l'horison, elle est aujourd'hui peu différente. En avançant vers le nord l'on trouve l'inclinaison de l'aiguille plus grande, les courbes des courans deviennent plus inclinées à l'horison de ces lieux. A Tornea à 65 degrés 43 minutes de latitude septentrionale l'inclinaison a été observée de 78 degrés, & les courans magnétiques coupoient l'horison de ce lieu sous ce même degré d'inclinaison.

A une plus grande latitude l'inclinaison étoit encore plus grande. Hudson l'a trouvé en 1708, suivant quelques-uns, dans la baye qu'il a découverte, de 89 degrés $\frac{1}{2}$. Elle a été de 84 degrés au-delà du cap nord, & de 86 depuis le 75 degrés de latitude vers la nouvelle Zemble en tirant vers ce cap.

Il étoit encore nécessaire d'y vérifier l'inclinaison de l'aiguille, dit M. le Monnier, *Loix du magnétisme*, page 124, & c'est ce qu'a exécuté avec une meilleure boussole de déclinaison, le Capitaine Anglois Phipps; d'abord à 1 degré $\frac{1}{2}$ à l'est de Greenwich, & à son dé-

part de Southwold , l'inclinaison lui a paru de 73 degrés $\frac{1}{3}$, le 6 Juin 1773.

A 10 ou 12 lieues de la terre du Spitzberg, le 8 Juin , par 74 $\frac{1}{2}$ de latitude boréale, & avant d'être embarrassé dans les glaces, l'inclinaison lui a paru vers minuit de 81 degrés $\frac{1}{8}$; & le 29 à midi, vis-à-vis la pointe noire du Spitzberg de 80 degrés $\frac{1}{2}$, la latitude du lieu étant de 77 degrés 59 minutes, & la longitude à compter de l'isle de Fer de 27 degrés $\frac{1}{8}$; enfin le 17 Juillet & le 28 Août, il a trouvé l'inclinaison de 82 degrés $\frac{1}{8}$, vers 74 degrés $\frac{1}{4}$ de latitude & par 27 degrés $\frac{2}{3}$, ou 27 degrés $\frac{1}{2}$ de longitude orientale. Telle étoit, & la direction de ces courans, & leur inclinaison à l'horizon de ces lieux. Les courans prennent ainsi plus de courbure, à mesure que la latitude augmente. Sur les poles magnétiques mêmes, l'aiguille doit être perpendiculaire à l'horison, & les courans doivent suivre cette perpendiculaire.

Dans l'hémisphère méridional, la plus grande latitude, où M. de la Caille ait observé l'inclinaison de l'aiguille aimantée, est à 36 degrés

32', à 2 degrés 10' de longitude orientale, & elle s'est trouvé de 43 degrés $\frac{1}{2}$.

Les derniers voyages, dans cette partie du monde, donnent l'inclinaison de l'aiguille de 75 degrés, à 60 degrés de latitude méridionale & 310 degrés de longitude; & de 72 degrés $\frac{1}{2}$, au Cap Horn, à 56 degrés de latitude méridionale, & 305 degrés de longitude.

Sur un même degré de longitude, sur le 290, par 56 degrés de latitude méridionale, l'on trouve l'inclinaison de 75 degrés;

Par 51.....70

46.....65

41.....60

35.....55

les courans magnétiques ont donc cette même inclinaison aux horizons de ces lieux là; inclinaison qui augmente en raison de la proximité du pole austral magnétique de la terre, situé à 39 degrés du pole antarctique. Sur ce pole austral, l'aiguille doit être perpendiculaire à l'horison de ce lieu, les courans magnétiques pénétrant dans ce pole perpendiculairement à son horizon.

Suivant les courbes d'inclinaison de la carte (fig. 51), qui sont décrites vers le Cap Horn

à l'extrémité de l'Amérique méridionale , & celles qui sont décrites vers Terre-Neuve & le Canada , & du côté de la Finlande, il paroît que les courans qui passent au-dessus de la mer Pacifique ont plus de courbure que ceux qui passent au-dessus de l'Europe & au-dessus de l'Afrique. Comme les courbes des courans magnétiques sont semblables à des distances égales du centre de leur aimant Chap. 7, il faut que l'aimant terrestre soit plus proche de la mer Pacifique que de nos terres , & que l'excentricité de l'aimant soit de ce côté là à-peu-près telle que je l'ai dit ci-dessus , d'après la situation des poles magnétiques. Connoissant donc les degrés d'inclinaison de l'aiguille , dans les différens lieux de la surface de la terre , si nous pouvions savoir à quelle distance de la surface de l'aimant sphérique de la figure 48 , une aiguille aimantée auroit les mêmes degrés d'inclinaison par rapport à la surface de cet aimant , qu'une pareille aiguille portée sur la surface de la terre d'un pole à l'autre , l'on pourroit déterminer la distance de l'aimant intérieur de la terre de la surface du globe. Or j'ai placé une très-petite boussole dans la sphère de l'aimant sphérique dont je viens de parler , & j'ai trouvé qu'il

falloit que l'aiguille fut dans la courbe 2, 3, 4, 5, 6, 7, pour avoir des degrés d'inclinaison semblables à ceux de l'aiguille aimantée sur le premier degré de longitude de la terre ou sur le 355 degré de longitude, & cette courbe étoit éloignée de la surface de l'aimant, environ d'un des rayons de cet aimant.

J'ai suivi le côté opposé de cet aimant avec la même boussole, & il m'a paru que les distances ou les degrés d'inclinaison étoient les mêmes que ceux que l'on remarque du côté de l'Amérique & dans la mer Pacifique, formoient une courbe 9, 10, 11, 12, 13, éloignée de la surface de l'aimant d'environ les deux tiers du rayon de cet aimant. Ainsi l'aimant de la terre doit occuper d'un côté la moitié du rayon de la terre, savoir, sous notre premier méridien, & les trois cinquièmes de ce rayon à l'opposé ou sous le 180 degré de longitude. Le diamètre de l'aimant de la terre sera donc les $\frac{3}{5} + \frac{1}{2} = \frac{11}{10}$ du rayon de la terre, & par conséquent $= \frac{11}{20}$ du diamètre de notre globe.

Cet aimant peut être d'une figure sphéroïdale comme la terre, dans ce cas connois-

fant une fois la plus grande distance de la surface de l'aimant à la surface de la terre d'une part, & la plus petite de l'autre; connoissant d'ailleurs la position de l'axe de cet aimant, celle de son centre, ainsi que la quantité de son excentricité, l'on pourra connoître dans un lieu quelconque à quelle profondeur se trouve la surface de l'aimant de la terre, en supposant toutefois que l'aimant de la terre fut régulier, & que son axe fut exactement celui de sa masse.

J'ai dit que le centre de l'aimant terrestre pouvoit être situé dans le plan du cinquième degré de latitude septentrionale, & dans le plan du 246 degré de longitude; la plus grande excentricité est sous ce méridien, & elle se trouve à-peu-près sous l'Ile Rocca-partida dans la mer du sud, à environ 300 lieues de la Californie. La moindre distance de cet aimant de la surface de la terre sera sous cette Ile, & elle sera environ de 573 lieues; & la plus grande distance à l'opposé, sous l'Ile de Madagascar, sera de 716 lieues: la différence des deux distances est ainsi de 143 lieues. Mais nous avons trouvé par la position des poles l'excentricité de 390 lieues; l'axe magnétique n'est donc pas l'axe même

de la masse de l'aimant de la terre. Il s'en faut de $390 - \frac{143}{2} = 318$ lieues $\frac{1}{2}$. Le centre de la masse de cet aimant n'est ainsi éloigné du centre de la terre que de 72 lieues. Sous les poles de la terre, la distance de la surface de cet aimant à la surface de la terre, ou la profondeur de cet aimant sera à-peu-près moyenne entre celles-ci, 573 & 716, elle sera de 645 lieues. Sous le sol de Paris elle sera d'environ 690 lieues, de même que sous la Nouvelle-Zelande, & de 650 lieues sous les Iles Philippines, &c. Cet aimant dont le rayon est les $\frac{11}{20}$ du rayon de la terre, a pour surface les $\frac{121}{400}$ de la surface de la terre, & pour masse les $\frac{1331}{8000}$ de la masse de la terre; cet aimant est ainsi environ six fois plus petit que notre globe.

Les courans magnétiques qui sortent des différentes latitudes australes pour se porter aux latitudes boréales correspondantes, doivent avoir leurs intervalles entr'eux pris en hauteur dans le plan de l'équateur magnétique en raison inverse des distances de leur passage au travers du corps à l'axe magnéti-

que de ce corps , chap. 7 , pendant que leur intervalle en largeur pris dans le plan du même équateur , fera en raison doublée inverse de ces distances. La densité des courans magnétiques de la terre , fera ainsi en raison triplée inverse de ces distances , & comme ces distances sont à-peu-près en raison inverse des distances réelles de ces courans à l'axe de l'aimant , la densité des courans magnétiques au-dessus de l'aimant de la terre , fera en général en raison directe de leurs distances réelles à l'axe magnétique.

Si l'on connoissoit l'étendue totale de la sphère de la terre , l'on auroit le rapport de ces distances réelles ; l'on sauroit , par exemple , que les courans qui traversent l'aimant de la terre à la moitié de son rayon , passant à la moitié du rayon de sa sphère , sont distants de tant de lieues de sa surface. Mais nous ne pouvons connoître cette étendue que par les expériences faites sur l'étendue des sphères des aimants ordinaires. Or l'aimant sphérique A , (*fig. 48*) , chap. 7 , faisoit mouvoir le plus petit à la distance de plus de 20 de ses diamètres , ou de 40 de ses demi-diamètres , ou rayons , & cette distance eût été une fois plus grande si le petit aimant n'eût

pas été exposé à l'action de la sphère magnétique de la terre.

La sphère de l'aimant C, peut donc s'étendre environ à 40 diamètres de son aimant, ou à 80 demi-diamètres de cet aimant. L'étendue des sphères magnétiques des aimants sphériques, étant à-peu-près en raison directe des diamètres de ces aimants; l'étendue de la sphère magnétique de la terre, fera environ de 80 demi-diamètres de son aimant. L'on verra par la suite qu'elle peut s'étendre encore plus loin, & jusqu'à 100 de ces demi-diamètres.

Si l'aimant de la terre est composé de molécules semblables à celles qui forment les aimants ordinaires, comme on doit le présumer, l'on pourra connoître à-peu-près le nombre de courans qui composent la sphère magnétique de la terre, par le chap. 7. Le diamètre d'une molécule de fer est à-peu-près la $\frac{1}{412,951}$ d'une ligne, le rayon de l'aimant de la terre est d'une part de 859 lieues, de l'autre de 716 lieues, & le diamètre entier de ce corps de 1575 lieues. Le rayon moyen de l'équateur de cet aimant de 788 lieues = 1,799,004 toises = 1,554,339,456 lignes, con-

tiendra donc dans sa longueur $1,554,339,456 \times 412,951 = 641,866,032,694,656$ molécules de fer. L'on trouvera dans l'équateur de l'aimant de la terre, en multipliant le rayon par la moitié de la circonférence de l'équateur, savoir ($641,866,032,694,656$, par $1,895,598$, &c) $1,216,720,030,958,158,443,566,256,875,008$ molécules de fer. Il y aura un pareil nombre d'alignemens de ces molécules, paralleles à l'axe de l'aimant, & par conséquent un nombre égal de courans magnétiques qui traverseront ce corps, & qui circuleront au-dessus de la surface de cet aimant. Tel fera le nombre des courans qui composeront la sphère magnétique de la terre.

Quant au nombre de courans qui passent par un même méridien, il est égal à celui des molécules qui sont dans le rayon correspondant de l'équateur de l'aimant de la terre. D'une part, il est égal à 859 lieues, qui, réduites en lignes, égalent $1,694,387,808 \times 412,951$ l., & de l'autre à 716 lieues qui, de même réduites en lignes, égalent $1,412,318,592 \times 412,951$ l., en prenant le rayon de cet aimant du centre de la terre.

Mais l'axe de la sphère magnétique de l'aimant est éloigné de 390 lieues du centre
de

de la terre. L'on aura dès-lors, le premier rayon, celui qui est sous la mer du sud, de 469 lieues, & l'autre de 1106 lieues. Le nombre de courans qui passent au-dessus de la mer du sud, est donc une fois plus petit que celui des courans qui passent au-dessus de l'hémisphère opposé, ce qui rend la sphère magnétique de la terre inégale, ou plus grande d'un côté de la terre que de l'autre; l'on verra par la suite d'où provient ce phénomène.

Le nombre de courans qui passent par le méridien de la mer du sud, sera ainsi $= 923,380,128 \times 412,951$, & ceux qui passent par le méridien opposé vers le premier degré de longitude $= 2,181,598,272 \times 412,951$. Les intervalles de ces courans pris en hauteur, étant en raison inverse des distances de leur passage au travers de leur aimant à l'axe même de cet aimant, il sera facile de connoître le nombre de courans qui passent à des hauteurs différentes, au-dessus de la mer du sud & au-dessus des grandes Indes.

Dans la table de M. de la Caille (ci-dessus) l'on voit que la fleur-de-lis tournée au sud dans l'hémisphère méridional, & au-delà de l'équateur magnétique étoit toujours plus inclinée, que lorsqu'elle étoit tournée au nord

dans le même lieu. La différence étoit environ d'un ou de deux degrés & même quelquefois de trois degrés; pendant que de l'autre côté de cet équateur dans notre hémisphère, l'inclinaison se trouvoit toujours à peu-près la même, soit que la fleur-de-lis fût tournée au nord, ou qu'elle fût tournée au sud.

Pour voir la raison de ce phénomène, il faut remarquer que dans l'hémisphère septentrional, les courans magnétiques qui traversent cette aiguille dans sa longueur, lorsque la fleur-de-lis est tournée au nord, ne la traversent plus, lorsque cette fleur-de-lis est tournée au sud; mais les courans suivent ceux de cette aiguille & la mettent dans leur direction. Si la force de la sphère magnétique de cette aiguille est égale de toutes parts, la fleur-de-lis étant tournée au sud, l'aiguille conservera la même inclinaison, que lorsqu'elle étoit tournée au nord; mais si elle n'est pas égale & qu'elle soit plus grande au-dessous de l'aiguille qu'au-dessus, il est évident que la fleur-de-lis étant tournée au sud, cette extrémité sera élevée. Or, dans notre hémisphère l'inclinaison étoit égale de part & d'autre, parce que l'aiguille avoit été centrée de manière que les différences étoient corrigées; mais il n'en a pas été de même dans l'autre hémisphère. La

différence de la force de la sphère magnétique de cette aiguille , en a produit une dans sa position. Cette sphère étant plus forte au-dessous qu'au-dessus de l'aiguille , les courans qui sortoient au-dessous de son axe magnétique, frapportoient contre les courans de la terre, avec plus de force dans cette partie-là que dans la partie supérieure , ils inclinoient l'aiguille & l'inclinoient plus que lorsque cette extrémité étoit tournée au nord , alors elle avoit la direction véritable des courans de la sphère magnétique de la terre qui la traversoient. Cette différence d'inclinaison au nord & au sud, doit augmenter par la latitude & augmenter en raison des degrés d'inclinaison de l'aiguille.

Lorsque la sphère magnétique d'une aiguille est parfaitement égale à chaque pôle & qu'elle est bien centrée , elle doit marquer exactement la direction des courans de la terre , soit qu'une de ses extrémités regarde le nord ou qu'elle regarde le sud. A Paris une bonne aiguille aimantée a une inclinaison d'environ 72 degrés ; elle marque que les courans magnétiques pénètrent dans la terre & coupent l'horison du lieu sous un angle de 72 degrés ; mais l'on peut trouver d'une autre manière l'inclinaison des courans à l'horison d'un lieu quelconque.

L'on a vu au commencement de ce Chapitre qu'une barre de fer perpendiculaire à l'horison, attire par son extrémité inférieure le pôle sud d'une aiguille aimantée; cette extrémité est donc un pôle de sortie, ou un pôle austral d'où sortent les courans magnétiques qui ont traversé la barre. Si l'on suppose un plan incliné à l'horison de $90^{\circ} - 72^{\circ} = 18^{\circ}$, & incliné du côté du nord, l'extrémité inférieure de la barre placée au centre de ce plan fera un pôle de sortie. Lorsque la barre sera dans ce plan elle n'aura aucun pôle marqué, en supposant toutefois que ce plan soit exactement perpendiculaire au méridien magnétique. Si l'autre extrémité, celle qui étoit supérieure, passe au dessous de ce plan, elle devient pour lors un pôle de sortie, & la première est un pôle d'entrée.

D'où il résulte que si l'on veut connoître les degrés d'inclinaison en un lieu quelconque, ayant une barre de fer & une boussole ordinaire, il suffira d'incliner cette barre à l'horison du côté du nord dans l'hémisphère septentrional, & du côté du sud dans l'hémisphère méridional, & de lui donner une position, telle qu'aucune de ses extrémités n'attire le pôle nord ou le pôle sud de la boussole. La

perpendiculaire au plan de cette barre , fera la direction des courans magnétiques de la terre ; l'on peut connoître facilement par-là fans boussole d'inclinaison la direction des courans magnétiques en un lieu quelconque.

La terre contient ainsi dans son intérieur un aimant , qui occupe environ les $\frac{11}{20}$ de son diamètre ; cet aimant est composé de particules de fer réunies , soit comme dans un aimant ordinaire , soit comme dans les pyrites. Que l'on se représente ce corps placé dans l'intérieur de la terre , de manière que son axe A B (*fig. 52*) s'étende du 73^e degré de latitude septentrionale, pris sur le 355^e degré de longitude au 51^e degré de latitude méridionale, & 205^e degré de longitude. L'axe magnétique de ce corps est placé par le travers de la terre ; il est incliné à l'axe de rotation de notre globe , & son équateur P Q est incliné à l'équateur K L de la terre. Les courans magnétiques de cet aimant sortent de son hémisphère méridional P M & se portent dans son hémisphère septentrional P N , & toutes leurs courbes sont subordonnées à la position de l'axe de ce corps & à celle de son équateur ; toutes ces courbes avec la courbe marquée dans la carte précédente ,

sont obliques aux méridiens de la terre, & elles ne se trouvent, dans la direction des méridiens de la terre, que dans une seule partie de leurs courbes & pour ainsi dire dans un seul point; ce qui donne les deux lignes sans variation de la figure 50.

Il est donc facile, d'après ce que j'ai exposé dans ce Chapitre, de trouver & la direction de l'aiguille aimantée & son inclinaison dans un lieu quelconque. Il suffit de se représenter les directions des courbes des courans magnétiques de la terre & leurs inclinaisons aux horizons de chaque lieu. L'on peut même trouver la longitude & la latitude du lieu où l'on est, sans autre observation que celle de la déclinaison & de l'inclinaison de l'aiguille. On observera d'abord la déclinaison, & on cherchera sur la carte, fig. 50, la courbe qui porte les degrés de la déclinaison observée. On prendra ensuite les degrés d'inclinaison d'une aiguille construite à cet effet, & semblable à celle dont M. de la Caille s'est servi dans son voyage aux îles de France & de Bourbon, (Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1754); cherchant sur la carte, fig. 51, la courbe où sont marqués les mêmes degrés de déclinaison, l'intersection de cette courbe

avec celle qui est marquée dans la carte précédente donnera le lieu où l'on est; & même sans boussole d'inclinaison, avec une barre & la boussole ordinaire, l'on pourra trouver la direction des courans magnétiques qui pénètrent dans la terre à ce lieu - là, cette direction donnera l'angle d'inclinaison, qui, rapporté sur la carte, fera connoître la latitude, pendant que la déclinaison de l'aiguille donnera la longitude.



CHAPITRE IX.

De la Sphère magnétique de la Lune.

QUELLE assertion ? La lune auroit-elle une sphère magnétique ? L'on a vu dans le Chapitre précédent , & l'on fait que la terre a une sphère magnétique , & cette sphère s'étend de son pôle austral à son pôle boréal , il n'est pas aussi facile de démontrer l'existence de celle de la lune. A en juger par analogie , l'on pourroit croire que cet astre , qui , comme la terre , à des plaines & des montagnes , qui gravite vers le centre de notre globe , comme tous les corps qui nous environnent , devroit être composé de la même matière que ces corps & de la même matière que la terre : cet astre pourroit contenir des molécules de fer , ou des molécules semblables qui réunies à son centre lui donneroient des propriétés magnétiques ; mais une telle analogie suffit-elle pour nous déterminer à reconnoître à ce corps une vertu magnétique ? Et quelle preuve pourrois-je donner de l'existence d'une

pareille sphère? Ce ne peut être que par des observations physiques & astronomiques.

Si tous les mouvemens de cet astre ne produisent aucun dérangement sur une aiguille aimantée placée sur la surface de la terre; si la sphère magnétique de la terre est absolument indépendante de cet astre; enfin, si tous les mouvemens de cet astre sont totalement indépendans de la sphère magnétique de la terre, il fera très-incertain que la lune ait une semblable sphère, & qu'elle contienne des particules d'aimant. Voyons donc quels sont les différens mouvemens de cet astre.

Le premier de ses mouvemens, celui qui nous est le plus sensible, est son mouvement de translation, & personne n'a jamais pensé le révoquer en doute; on a cependant vu paroître, il y a quelques années, une dissertation sur le flux & le reflux de la mer, dans laquelle on a voulu prouver que la terre tournoit autour de la lune, expliquant par ce mouvement le phénomène des marées. Dans une bonne Physique, il est aussi absurde d'admettre un tel mouvement que celui du soleil autour de la terre.

Rien n'est plus certain que le mouvement de translation de la lune autour de la terre;

la durée de ce mouvement est de $27^i, 7^h, 43', 5''$. On nomme ce tems mois périodique ; mais la lune emploie plus de tems à passer d'une conjonction à la suivante : car, pendant que cet astre fait sa révolution autour de la terre dans son orbite, la terre fait une partie de sa révolution autour du soleil, & cette planete avance de près d'un signe entier vers l'orient ; le point de l'orbite qui dans sa première position répondoit à la ligne qui passoit par les centres de la terre & du soleil, se trouvera donc alors plus à l'occident, & par conséquent lorsque la lune reviendra à ce même point, elle ne se trouvera plus comme auparavant en conjonction avec le soleil (1), de-là la lunaïson ou le mois synodique sera de $29^i, 12^h, 44', 2'', 53''', 24^{iv}$.

Pendant que la lune parcourt son orbite, l'on observe que tantôt elle va plus vite, tantôt

(1) Cet effet seroit le même, si le soleil circulant autour de la terre & dans le même sens que la lune, avançoit d'un signe environ en un mois. Le point de l'orbite lunaire, qui dans une révolution se trouvoit dans la ligne qui passoit par les centres du soleil & de la terre, ne coïncideroit plus avec cette ligne avancée vers l'occident de près d'un $\frac{1}{12}$ de l'orbite de la lune. Le mois périodique de $27^i, 7^h, 43', 5''$; seroit augmenté de cette même quantité.

plus lentement , son mouvement est plus prompt dans les syzygies & plus lent dans les quadratures. L'on fait avec quelle précision , M. Newton a expliqué ces mouvemens par la théorie de la gravitation.

Mais tous les mouvemens de cet astre ne sont pas expliqués par sa théorie, quelques-uns se refusent à l'exactitude de ses calculs, tels que le mouvement de son apogée, & d'autres dont je vais parler.

La lune, outre son mouvement de translation, a un mouvement sur elle-même qui est très-uniforme; elle tourne sur son axe précisément dans le même tems qu'elle emploie à faire sa révolution autour de nous, savoir, en 27^i , 7^h , $43'$, $5''$. D'où il arrive qu'elle nous présente toujours à peu-près la même face; je dis à peu-près, parce que le mouvement de la lune autour de son axe étant uniforme, pendant que sa vitesse dans son orbite est inégale; il arrive de-là que tantôt une partie du limbe de la lune s'éloigne du centre de son disque, tantôt elle s'en approche, pendant que d'autres parties qui étoient auparavant visibles disparoissent.

Pour le voir, il suffit de considérer que, si la lune décrivoit un cercle autour de la terre

d'un mouvement uniforme, elle présenteroit toujours le même plan lunaire : donc s'il arrive que quelqu'autres parties paroissent, cela vient de la moindre ou de la plus grande vitesse de la lune dans son orbite, qui par-là nous fait voir alternativement des parties tantôt à son bord oriental, tantôt à son bord occidental, ce que l'on nomme mouvement de *libration en longitude*.

Cette uniformité de rotation, produit encore une autre irrégularité; l'axe de la lune n'est point perpendiculaire au plan de son orbite, il est un peu incliné à ce plan & cet axe conserve son parallélisme pendant le mouvement de la lune autour de la terre, par là il change de situation par rapport à un observateur placé au centre de la terre, & à la vue duquel il présentera tantôt l'un de ses poles, tantôt l'autre; un autre observateur placé sur la surface de la terre, ne verra donc pas toujours exactement un hémisphère terminé par un plan qui passe par l'axe de la lune; mais l'axe se trouvera presque toujours tantôt d'un côté de ce plan, tantôt de l'autre; l'on nomme ce mouvement *libration de la lune en latitude*. Telle est la démonstration qu'en donne M. de la Lande, dans son *Astronomie*, tom. 2, pag. 1229, première édition.

La cause de la libration en latitude est évidente, dit-il, si l'on suppose que la lune présente toujours la même face au même point du ciel, & qu'un de ses diamètres que nous appellerons *l'axe de la lune*, soit toujours incliné de 2° sur l'écliptique. Soit TE (fig. 53) le plan de l'écliptique, TC une ligne inclinée de 2° sur l'écliptique, L le centre de la lune dont l'axe ILK soit perpendiculaire à TC, lorsque la latitude de la lune où l'angle LTE est de 5° , l'angle LTC fera de 3° , aussi bien que l'angle GLD, & une tache située en G sur l'équateur lunaire paroîtra éloigné du centre apparent D de la lune de 3 degrés, ou d'un $\frac{1}{19}$ du rayon de la lune; mais quand la lune M aura 5 degrés de latitude australe, la tache qui étoit en G paroîtra en H, & sa distance HF au centre apparent F de la lune fera FH qui est un arc de 7 degrés; ainsi la tache située dans l'équateur de la lune paroîtra de 10 degrés plus au midi, ou plus près du bord méridional de la lune, que lorsque la latitude étoit septentrionale, comme au point L. Cela suppose que la ligne TC, à laquelle l'axe est perpendiculaire soit immobile ou que l'axe IK soit toujours parallèle à lui-même; mais il a

un mouvement, comme on le verra bientôt. La libration de la lune, tant en longitude qu'en latitude, est donc produite par la régularité du mouvement de rotation de la lune autour de la terre. Quelle force peut ainsi entretenir la régularité de ce mouvement, & retenir toujours le même côté de cet astre vers la terre ? sera-ce la gravité ?

Si la pesanteur de chaque partie de la lune étoit égale, quelle que fût la figure de ce corps, une partie n'étant pas plus sollicitée qu'une autre à s'approcher de la terre, elle conserveroit la position où elle se feroit trouvée dès le commencement de sa translation ; & si elle n'avoit point reçu de mouvement de rotation, le diamètre de son équateur restant dans la même position par rapport à l'espace, elle présenteroit successivement à la terre des points différens de sa surface. Mais la gravitation des parties de cet astre est en raison doublée inverse de leur distance au centre de la terre ; dès-lors la partie qui regarde cette planète est plus attirée que celle qui est à l'opposé : une telle gravitation retiendra-t-elle le même côté de cet astre vers la terre ?

Supposons cet astre sphérique ; toutes les parties correspondantes & également éloignées

de part & d'autre, de la ligne qui passe par le centre des deux corps, feroient en équilibre entre elles, & leur inertie toujours subsistante les détermineroit à rester dans le repos comme précédemment. Le diamètre de l'équateur de la lune conserveroit donc son parallélisme, & ce corps présenteroit des points différens à la terre, dans le cas toutefois qu'elle n'eût aucun mouvement de rotation. Si la lune n'étoit pas sphérique, mais qu'elle fût sphéroïdale ou elliptique, cet astre pourroit se trouver dans des positions où l'équilibre entre les parties correspondantes de part & d'autre de la ligne qui joint le centre de ces corps, n'existeroit plus; dès-lors l'inertie totale du corps seroit dérangée & la quantité du changement de mouvement seroit proportionnelle à la protubérance placée sur le côté de la lune qui regarderoit la terre. Cette protubérance seroit-elle capable de retenir le même côté de cet astre vers la terre? L'on ne peut mieux en juger, qu'en comparant l'effet de l'attraction de la terre sur le sphéroïde de la lune à celui de la lune sur la terre.

La terre est, comme l'on fait, un sphéroïde incliné quelquefois de 23^{d} , $30'$, à la ligne qui passe par le centre de ces deux corps, mais parties toujours plus de 18^{d} : les correspon-

dantes de part & d'autre de cette ligne pesent plus vers la lune, du côté où se trouve la partie supérieure du sphéroïde, ou la protubérance de l'équateur terrestre; son axe doit donc être dérangé. Or, M. Newton a prouvé que l'action de la lune sur cette partie dans toutes les différentes positions de son orbite, fait changer les nœuds de cet équateur de $40''$, $52'''$, 54^{iv} par année. Le soleil, vers lequel cet équateur est toujours incliné de 23^d , produit un changement annuel à ces nœuds de $9''$, $56'''$, 54^{iv} , ce qui donne la précession annuelle des équinoxes de $50''$, $0'''$, 12^{iv} , & leur révolution totale en 25920 années.

Or l'action de la terre sur la lune est à celle de cet astre sur cette planète, comme 39 : 1. La lune étant supposée avoir une protubérance semblable & proportionnelle à celle de la terre, & le plan de son équateur étant supposé incliné de $23^d 30'$ à son orbite; la force pour faire approcher l'équateur de cette orbite, seroit donc à celle de la lune sur la terre :: 39 : 1. Les nœuds de l'équateur de la lune seroient rétrogrades de $40'$, $36''$, $3'''$, 6^{iv} par mois; ajoutant à cet effet celui de l'action du soleil qui ne seroit pas plus grande que sur la terre, parce que ce satellite tantôt plus

plus proche, tantôt plus éloigné du soleil que la terre, ne reçoit qu'une action moyenne égale à celle du soleil sur cette planète, l'effet de cette action seroit en un mois de $9''$, $56'''$, 54^{iv} , & la révolution totale des nœuds de l'équateur lunaire s'exécutoit en 42 ans, 7 mois, 20 jours. Les actions du soleil & de la terre feroient changer l'axe de la lune deux fois de position en un mois, & deux fois il reviendroit dans sa premiere situation. Ces deux forces réunies ne produiroient pas plus de changement sur l'inclinaison de l'axe de la lune, que les actions du soleil & de la lune sur l'inclinaison de l'axe de la terre, & ces forces seroient nulles pour l'un & pour l'autre corps.

Si l'élévation de l'équateur de la lune étoit proportionnelle à la vitesse de rotation de cet astre sur son axe, elle seroit beaucoup plus petite que je ne viens de le dire, & elle donneroît une vitesse bien moins grande au mouvement des nœuds ; cette protubérance ne pourroit évidemment retenir le même côté de la lune vers la terre, & déranger l'inertie de sa masse. M. Newton donne une protubérance de matiere pour cause de la rotation régulière de la lune, il suppose qu'en vertu des attractions

mutuelles de ces deux corps, il s'est accumulé plus de matière sur le côté de cet astre qui regarde la terre; il évalue à peu-près à $\frac{1}{381}$ du rayon de cet astre la quantité de cette protubérance, & fait de cet astre un sphéroïde allongé; il explique par-là plusieurs librations de la lune, mais il ne rend pas encore raison de tous les mouvemens particuliers de cet astre.

M. de la Grange, dans la Piece qui a remporté le Prix donné à ce sujet (année 1764, tome IX, des Prix de l'Académie des Sciences) supposant avec Newton que la lune est un sphéroïde allongé vers la terre, trouve que ce satellite doit faire autour de son axe une espee de balancement ou d'oscillation, par lequel sa vitesse de rotation est tantôt accélérée & tantôt retardée; qu'alors la lune doit nous montrer toujours à peu-près la même face, quoiqu'elle ait pu recevoir dans le principe une rotation dont la durée ne seroit pas par elle seule égale à celle de sa révolution; il fait aussi voir que la figure de la lune peut être telle, que la précession de ses points équinoxiaux ou la rétrogradation des nœuds de l'équateur lunaire soit à peu-près égale au mouvement rétrograde des nœuds de l'orbitre lunaire; & dans ce cas il

trouve qu'il ne doit plus y avoir de nutation sensible dans l'axe lunaire. L'action du soleil selon toutes ces recherches est presque insensible par rapport à celle de la terre, qui produit le mouvement des nœuds de l'équateur lunaire, en agissant plus ou moins obliquement sur le sphéroïde ~~et~~ la lune; d'où il conclut que la précession lunaire & la loi du mouvement produit sur le sphéroïde lunaire, différent beaucoup de ce que l'on observe dans l'équateur terrestre. Plusieurs Géomètres ont appliqué au mouvement de la lune les formules générales trouvées pour la précession des équinoxes, & que l'observation avoit justifiées par rapport à la terre : le résultat ne s'accordoit point avec l'observation. Mais M. de la Grange prétend que les formules qui sont vraies pour la terre, ne s'appliquent pas indistinctement à la lune, comme on l'avoit supposé.

M. de la Grange suppose ainsi avec Newton une protubérance de matière sur l'équateur lunaire, ou il suppose que cet astre est un sphéroïde allongé, dont le grand axe passe par la terre ou aux environs : ses suppositions ne sont-elles pas gratuites ? L'équateur lunaire ne doit-il pas être régulier comme celui de la terre ? L'on verra bientôt que la lune ne doit

pas avoir une pareille protubérance , ou qu'il est inutile de la supposer. Mais quand même cette protubérance existeroit , il me paroît assez étonnant , même après le Mémoire de M. de la Grange , que la force qui ramene cet astre vers la terre en longitude , ne le ramene pas en latitude ; car pourquoi son équateur est-il incliné au plan de l'orbite de la lune ? L'on pourroit dire que cette protubérance n'est pas sur l'équateur lunaire , mais à côté & immédiatement sur le point qui culmine la terre ; dès-lors l'équateur lunaire pourroit être incliné d'une quantité égale à la distance de la protubérance à cet équateur. Si c'étoit là la seule cause du phénomène de la rotation de la lune , l'inclinaison de l'équateur lunaire ou celle de l'axe de la lune sur l'écliptique , qui est d'environ 2° , devroit être constante & uniforme.

Or M. Mayer , par une suite d'observations imprimées dans les Ephémérides de Nuremberg (Astronomie de M. de la Lande) a trouvé que la position de l'axe de la lune est variable , que son inclinaison est suivant les circonstances de $2^{\circ}, 8'$; de $1^{\circ}, 22'$; de $1^{\circ}, 38'$ D'où il conclut que l'inclinaison moyenne est de $1^{\circ}, 43'$. M. Cassini a cru devoir la fixer à

$2^{\circ} \frac{1}{2}$. Voilà donc une variation dans l'inclinaison de l'axe lunaire. M. de la Lande ayant observé la libration moyenne de la lune, lorsque cet astre se trouvoit à la fois dans ses nœuds, dans ses apfides & dans ses syzygies, a déterminé l'inclinaison de l'équateur lunaire de $1^{\circ}, 43'$: l'inclinaison de l'axe lunaire au plan de l'écliptique n'est donc pas constante. Cette variation me feroit croire que la force qui, en général retient un seul côté de la lune vers la terre, n'est pas elle même constante, & qu'elle n'est pas une protubérance sur l'équateur lunaire ou à côté de cet équateur, car alors l'inclinaison de l'axe feroit toujours semblable dans les latitudes égales. La force qui retient le même côté de la lune vers la terre ne l'assujettit pas donc tellement, que cet astre ne souffre des variations dans ses vibrations & dans la position de son axe, & même cette force paroît produire en partie ces variations. Quelle sera cette force? Ne feroit-elle pas le magnétisme?

J'ai rapporté Chap. 7, plusieurs expériences de deux aimans sphériques qui s'attirent mutuellement; un de ces aimans, l'aimant sphérique de la *fig.* 48, avoit treize lignes de diamètre. L'aimant de la *fig.* 49, avoit quatre

lignes de diamètre. Leurs grosseurs étoient comme $34 \frac{21}{64} : 1$, & leurs masses ou leurs poids :: $45 : 1$. Or le diamètre de la terre est à celui de la lune :: $11 : 3$, à peu - près, & leurs grosseurs sont :: $49 : 1$. Voilà donc des rapports entre le diamètre des deux aimans & ceux de la terre & de la lune, à la différence seule d'un $\frac{1}{6}$; le rapport de leurs grosseurs est le même, à une différence un peu plus grande.

Dans une de ces expériences, le premier aimant & le plus gros attiroit le second, suspendu à un fil à la distance de deux pieds & demi; il l'auroit attiré de plus loin, sans les courans de la sphère magnétique de la terre qui assujettissoient, pour ainsi dire, l'axe du petit aimant dans la direction de ses courans, & l'empêchoient d'obéir à l'attraction du premier aimant; cette attraction auroit pu avoir lieu à trois pieds de distance, savoir, à 40 des diamètres de cet aimant, ou à 80 de ses demi-diamètres.

Or la terre est éloignée de la lune, de 30 de ses diamètres. Si l'aimant de la terre occupoit tout l'intérieur de notre globe, les courans de la sphère magnétique de la terre pourroient donc s'étendre jusqu'à la lune; ils pourroient

donner à ce corps une sphère magnétique, en supposant qu'elle n'en eût pas une comme la terre. Mais le diamètre de l'aimant de la terre n'est que les $\frac{11}{20}$ du diamètre de notre globe; dès-lors la lune est éloignée de notre aimant de 55 diamètres de cet aimant. A la vérité je n'ai pas remarqué que le premier aimant sphérique attirât le second à 55 de ses diamètres; peut-être l'attireroit-il, si la sphère magnétique de la terre n'agissoit pas sur le petit aimant. Il est difficile pour ne pas dire impossible d'en faire l'expérience, puisque les courans magnétiques de la terre traversent tous les corps. Mais nous pouvons bien dire que si le premier aimant attire le second à 30 de ses diamètres, & l'attireroit vraisemblablement à 40, sans la sphère magnétique de la terre, l'aimant de la terre, certainement beaucoup plus parfait & qui a composé les deux précédens, peut attirer à 55 de ses diamètres.

J'ai voulu connoître jusqu'à quelle distance attirent des barreaux de fer aimantés. Je me suis servi pour cela d'un aimant artificiel qui a deux pieds un pouce & six lignes de longueur; il est composé de dix lames qui s'étendent dans toute sa longueur. Cet aimant a à

son extrémité supérieure ou à son pôle boréal six lignes de largeur en un sens , & un pouce six lignes dans l'autre ; son pôle austral a trois lignes d'épaisseur & six lignes de largeur. Cet aimant agitoit dans l'équateur de sa sphère le second aimant suspendu à un cheveu à la distance de neuf à dix pieds ; à six pieds l'agitation étoit très-considérable. Cet aimant porte par son pôle austral deux livres & demie , il n'est pas ainsi de la plus grande force ; cependant ses courans s'étendent à une très-grande distance , comme on le voit.

L'aimant de la terre est un aimant naturel , mais il doit être certainement très-parfait ; il ne seroit donc pas étonnant qu'il attirât, comme je viens de le dire , à 55 de ses diamètres , & par conséquent que sa sphère s'étendît jusqu'à la lune , & lui donnât une sphère magnétique commune avec cet astre ; mais la lune peut être aimantée par la terre , quoiqu'elle ne soit pas dans la sphère magnétique même de notre globe , & il est facile de le prouver.

Les courbes magnétiques par leur nature ont à peu-près un cours égal à trois fois leur diamètre , pris dans l'équateur de la sphère magnétique de leur aimant ; savoir , trois fois la distance de la surface de cet aimant au point

où ces courbes coupent l'équateur magnétique ; la courbe $NRPSL$, *figure 48*, a à peu-près d'étendue trois fois le diamètre CP de cette courbe, plus $\frac{1}{10}$, ou elle a d'étendue trois fois & $\frac{1}{6}$ le rayon de la sphère magnétique de ce corps, pris jusqu'au point P , où cette courbe coupe l'équateur magnétique.

Or l'on a vu, Chap. 7, que lorsqu'un aimant présentoit un pôle d'entrée N , à un pôle de sortie S , *fig. 20*, les courans qui sortoient de ce dernier pôle pénétroient dans le pôle N de l'autre aimant ; les courans qui sortoient du pôle S ne se détournoient pas simplement de leur direction, mais ils formoient des courbes qui marquoient que ces courans se resserroient pour aller au pôle N , plutôt que de suivre leurs courbes ordinaires.

J'ai placé le petit aimant sphérique dans l'équateur de la sphère magnétique du premier aimant C , *fig. 54*, à la distance de huit pouces. Ayant tamisé de la limaille au-dessus des deux aimants, j'ai remarqué que les courans AF , AG , AH , &c, qui auroient dû suivre leurs cours ordinaires, se sont détournés de leurs courbes pour se porter dans le pôle b du petit aimant.

Les courans magnétiques de la terre , ceux qui décrivent les plus grandes courbes , ne se détourneront-ils pas de même de leur direction pour se porter dans le pôle boréal de la lune ? Comme en général ces courans se portent vers les cavités les plus proches , en supposant que les courbes de la sphère magnétique de la terre s'étendissent seulement à 30 diamètres de l'aimant de la terre , ou à 18 diamètres terrestres , elles se porteroient à la lune éloignée seulement de ces courbes de 12 diamètres terrestres , plutôt qu'à leur pôle boréal distant de plus de 27 de ces diamètres , en suivant leurs courbes ordinaires.

Il doit donc y avoir entre la lune & la terre des courans magnétiques qui leur forment une sphère magnétique commune ; ainsi quand même la sphère magnétique de la terre ne s'étendrait pas jusqu'à la lune , les courans se porteroient jusqu'à cet astre.

Ces courans , qui vont à la lune , ne sont pas ceux qui sortent des seuls pôles magnétiques de la terre , mais de plusieurs lieux aux environs de ces pôles , comme de dix à douze lieues ; ces courans traverseront cet astre dans une largeur proportionnelle ; ils accéléreront leur mouvement dans les cavités des molécules de fer ou dans les cavités d'ai-

mant de ce corps ; ils fortiront par le pole opposé , & se porteront au pole boréal de la terre qu'ils traverseront ; & sortant par leur premier pole , ils circuleront ainsi sans cesse ,
Chap. 7.

La force de cette sphère sera proportionnelle au nombre de ces courans. Ce sera avec une pareille force que les courans de la sphère magnétique de ces deux corps produiront leur attraction mutuelle ; ces corps s'attireront de la même manière que les deux aimants de la figure 54 , & comme je l'ai expliqué dans les expériences de ces deux aimants. Or l'effet de cette attraction , Chap. 7 , est en raison directe des forces magnétiques de ces corps , & ces forces sont pour la terre & pour la lune comme 49 à 1 ; tel sera donc le rapport de l'augmentation de leur gravité mutuelle. Voyons d'abord quelle est la quantité de l'augmentation de la gravité de la lune.

Tous les Astronomes ont remarqué que le mouvement de l'apogée de la lune étoit plus grand qu'une simple gravitation , en raison doublée inverse de la distance , ne pouvoit le donner. Newton qui le découvrit le premier , donna la quantité de l'augmentation de gravité de l'astre d'un $\frac{1}{381}$. M. Clairaut ayant de

nouveau entrepris la solution de ce problème, trouva que cette quantité d'augmentation ne devoit être que d'un $\frac{1}{357}$ de la gravitation totale de cet astre. Pour expliquer ce phénomène, il supposa que la gravitation des corps célestes entr'eux étoit en une plus grande raison que la doublée inverse des distances, il la supposa $x x \frac{1}{357}$. Il s'éleva dans le tems une dispute à ce sujet, M. de Buffon prétendit qu'il ne pouvoit exister de pareille loi. M. d'Alembert engagea M. Clairaut à prendre d'autres élémens. Ce savant Géomètre abandonna sa première hypothèse; il recommença le problème & crut qu'il n'existoit pas d'autre force d'attraction, entre la lune & la terre, que celle de la gravité en raison doublée inverse de la distance. Cependant l'on vient de voir qu'il existe une autre force d'attraction entre ces deux corps, & que cette force ne provient que d'une sphère magnétique commune à ces deux corps. Cette force, qui augmente la gravitation de la lune, Chap. 7, sera donc la seule cause du plus grand mouvement de l'apogée de la lune, & cette force sera à peu-près telle que l'a trouvée M. Clairaut $\frac{1}{357}$ ou, selon Newton, $\frac{1}{381}$ de la pesanteur totale de la lune vers la terre. Je

penferois plutôt qu'elle est $= \frac{1}{357}$, parce que M. Clairaut, dans la premiere solution de ce problème, a pris des élémens plus exacts que Newton.

La force attractive magnétique est ainsi à l'orbite de la lune $\frac{1}{357}$ de la pesanteur de cet astre, puisque cette force, Chap. 7, augmente dans l'équateur d'une sphère magnétique, en raison triplée inverse des distances. La différence des diamètres de ces corps n'étant que comme 11 à 3, & n'étant pas assez considérable pour que l'attraction polaire $xx \frac{2}{3} x$ n'ait pas lieu, elle feroit ici bas $\frac{60^2 \times 40}{357} = \frac{144000}{357}$. Or la gravité de la lune augmente en raison doublée inverse de la distance; l'attraction magnétique de la lune, supposée sur l'équateur de la terre, feroit donc la $\frac{144000}{3600 \times 357} = \frac{1}{6}$ de la pesanteur de la lune sur cet équateur.

Suivant les loix de l'attraction magnétique, la lune étant attirée par la terre, la terre sera attirée par la lune, & leur attraction mutuelle sera en raison inverse des masses de ces corps; or les masses de la terre & de la lune sont

comme 39 : 1, & l'attraction magnétique de la lune vers la terre, est d'un $\frac{1}{357}$ de la gravité de cet astre ; l'attraction magnétique de la terre vers la lune fera donc d' $\frac{1}{357 \times 49} = \frac{1}{17493}$; l'on peut regarder cette augmentation de gravité de la terre vers la lune comme nulle ; du moins elle ne pourra produire aucun changement sensible sur le mouvement de la terre. Mais la lune ne produira-t-elle aucun effet sur la sphère magnétique de la terre ?

J'ai parlé dans le Chapitre précédent de la déclinaison de l'aiguille aimantée & de son inclinaison. L'on a vu que la déclinaison générale de l'aiguille provenoit de la position des poles magnétiques de la terre, dont l'un, le pole boréal, est placé à 15° du pole arctique, & sur le 265^d de longitude ; & l'autre à 39^d du pole antarctique sur le 205^d de longitude, ces deux poles étant ainsi sur des méridiens éloignés de 60^d. Si ces poles ne changeoient pas de situation, la déclinaison seroit toujours la même ; mais elle varie ; tantôt elle est à l'Est, tantôt à l'Ouest, & elle devient de plus en plus occidentale ; elle revient ensuite à l'Est. A Paris, en 1550, la déclinaison étoit de 8^d à l'Est. Cent dix ans après, en 1660, elle étoit

de 1° . En 1664 elle étoit de $0^{\circ}, 40'$ à l'Ouest. En 1670, de $1^{\circ}, 30'$, toujours à l'Ouest. Depuis ce tems elle est restée occidentale, augmentant en déclinaison d'environ 9 à $10''$ par année ; elle est aujourd'hui de 20° : l'on remarque dans les deux hémisphères une semblable variation régulière. D'où provient un pareil phénomène ? Sera-ce la rotation de la terre qui le produira ?

Si la terre étoit fixe, absolument sans mouvement de translation ni de rotation, & qu'elle fût totalement isolée, les courans magnétiques qui sortent du pôle austral & des différentes latitudes australes, se porteroient évidemment toujours au même lieu du pôle boréal & des latitudes boréales, de même que nous voyons les courans d'un aimant suivre toujours les mêmes courbes ; mais la terre circule sur elle-même, & elle se meut autour du soleil ; à chaque instant elle change de position, tant par ces deux mouvemens que par d'autres particuliers. Tous ces mouvemens en général produiroient-ils la variation de l'aiguille, tant en déclinaison qu'en inclinaison ? S'il en étoit de la projection des élémens des courans magnétiques, comme de celle d'une balle, d'une bombe, ils ne devroient changer aucunement

leur direction. Or quelque rapide que soit le mouvement de rotation de la terre, la balle n'atteint pas moins un but. Si une balle étoit lancée avec assez de force d'un pôle, elle parviendrait au point correspondant de l'autre pôle. De même les élémens des courans magnétiques, qui sortent du pôle austral & des différentes latitudes méridionales, devroient se porter toujours au même lieu du pôle boréal & des latitudes septentrionales, comme si la terre étoit absolument fixe. La projection de ces élémens, qui provient de leur force élastique, ne changeroit donc rien à cette loi ? La promptitude de leurs vibrations contribueroit au contraire à leur conserver le même cours.

L'on a vu Chap. 6, que les vibrations des courans parcouroient dans leur communication 16,577,277,074,480,000 pieds en 1'', & qu'en vertu de cette promptitude de communication, les élémens de ces courans parcouroient autour d'un aimant 10,710,728 pieds en 1''. Nous avons dit qu'ils parcouroient ce même nombre de pieds autour d'une molécule de fer, qui étoit la $\frac{1}{58,262,400}$ d'un pied ; & comme les courbes ont plus d'étendue que le diamètre

diamètre de cette molécule , supposant ces courbes égales entr'elles , ou prenant leur étendue moyenne $= 50$ fois ce diamètre , ils décriroient $10,710,728 \times 58,262,400 \times 50$ fois leurs courbes en $1''$ par un vrai mouvement local , pendant que leurs vibrations parcourroient dans leur propagation $16,577,277,074,480,000 \times 58,262,400$ fois leurs courbes en ce même tems. Si le diamètre de cette molécule étoit 20 à 30 fois plus grand , l'on sauroit combien de fois les courans des élémens décriroient leurs courbes en $1''$ par un vrai mouvement local , & combien de fois leurs vibrations décriroient ces courbes par leur vîtesse de communication , en divisant les deux produits précédens par 20 ou par 30 , la vîtesse locale seroit toujours de 10,710,728 pieds , & celle de la communication des vibrations de 165,772 , &c. pieds en $1''$.

Or le diamètre de l'aimant terrestre est les $\frac{11}{20}$ de celui de la terre ; il est de 1575 lieues $= 21,574,350$ pieds. Si toutes les courbes des courans qui composent la sphère magnétique de ces corps étoient égales , les élémens de ces courans décriroient tous un égal nombre de fois leurs courbes , & on auroit facilement

ce nombre d'après ce que je viens de dire ; mais les courbes qui passent immédiatement au-dessus de la surface d'un aimant , sont celles qui le traversent à l'extrémité de son équateur , & ces courbes ont une étendue seulement égale à trois fois l'étendue du passage des courans au travers des corps. Les courbes supérieures augmentent d'étendue en raison inverse de la distance du passage des courans au travers du corps , au centre même de ce corps , & l'étendue de ces courbes est presque en raison directe du sinus de la latitude , d'où sortent les élémens qui les décrivent. Les courbes des courans qui passent par l'axe de l'aimant de la terre ont à peu-près 165 fois l'étendue de cet axe ; l'on trouvera donc pour ces dernières courbes , que les élémens de leurs courans les parcourent par un vrai mouvement local $\frac{10,710,728 \times 58,262,400}{21,574,350 \times 165 \times 58,262,400} = \frac{1}{338}$ en 1'' ; ces courans décrivent ainsi leur courbe en 5' 38'' ; ceux des circonférences concentriques intérieures décrivent leurs courbes en moins de tems , & en un tems qui sera au précédent à peu-près en raison directe du sinus de la latitude. Ce tems sera pour les courans qui passent immédiatement sur la surface de l'ai-

mant de la terre, favoir à un pied de distance de cette surface de $\frac{3''}{10,710,728''} = \frac{1''}{3,570,243}$, c'est à-dire, qu'ils décriroient leurs courbes 3,570,243 fois en 1".

Quant à la vitesse de la communication des vibrations des élémens de ces courans, puisque ces vibrations parcourent 16,577,277,074,480,000 pieds en 1", pendant que la plus grande courbe de la sphère magnétique de la terre est à peu-près de $21,574,350 \times 165$ pieds = 3,559,767,750 pieds, les vibrations des élémens de cette grande courbe la parcourent

$\frac{16,577, \&c.}{3759, \&c.} = 4,660,370$ fois en 1". Ces vibrations se communiqueront d'un pole de la terre

à l'autre dans la $\frac{1''}{4,660,370}$ & à peu-près en vingt quintes, puisque $1'' = 216,000^v$ de tems. La promptitude de la communication des vibrations des différentes latitudes méridionales aux latitudes septentrionales sera plus grande que la précédente, à peu-près en raison inverse du sinus de la latitude. Elle sera d'une promptitude des plus grandes pour les courbes qui circulent immédiatement sur l'équateur de l'aimant terrestre; & pour celles qui circulent à un pied de distance de cette surface, elle

fera de $\frac{3''}{16,577, \text{ \&c.}} = \frac{1''}{5,525,759,024,826,666}$,

vitesse de communication prodigieuse & dont aucun des mouvemens de la terre , soit de translation , soit de rotation , n'approche.

Un corps placé sur la surface de l'équateur de la terre , qui circule sur elle-même en 24 heures , parcourt 358 lieues en 1 heure , ou 210 toises = 1260 pieds en 1''. Cette vitesse est-elle à comparer à celle des élémens , soit à leur vitesse réelle = 10,710,728 pieds en 1'' , soit à leur vitesse de communication qui est de 16,577, &c. pieds en 1'' , & qui se portent d'une extrémité de la terre à l'autre , en décrivant leurs plus grandes courbes 424,110 fois en 1''.

Le mouvement de translation de la terre ne contribuera pas davantage au changement de déclinaison des courbes magnétiques ; la terre , par ce mouvement , parcourt environ 258,000,000 lieues en 365^j 7^h 45'. Cette vitesse n'approche donc pas à beaucoup près des précédentes : d'où nous pouvons conclure que ces deux mouvemens ne produisent en nulle manière la déclinaison de l'aiguille aimantée. Le changement de cette déclinaison régulier & constant doit donc provenir d'un corps étran-

ger à la terre. Or ce corps peut-il être autre que la lune ? Comme je viens de le dire , cet astre n'est point hors de la portée des courans de la sphère magnétique de la terre, ces courans peuvent donc traverser la lune, & par conséquent puisque ce corps contient dans son intérieur des particules d'aimant qui lui donnent une sphère magnétique commune avec la terre , ces courans doivent être détournés de leur direction en traversant la lune par le mouvement de cet astre d'orient en occident , & détournés de leur direction vers l'occident ; ils pénétreront dans le pôle septentrional de la terre en des lieux de plus en plus occidentaux ; ils changeront la position de ce pôle & le feront avancer peu-à-peu vers l'occident (*). Les courans qui traverseront la terre se ressentiront du changement de ce pôle ; ils ne sortiront pas exactement par les mêmes lieux du pôle austral , mais en des points qui seront de même

(*) Le mouvement de la lune dans son orbite est dans le même sens que celui de la terre sur elle-même , savoir d'occident en orient ; mais comme celui-ci s'exécute en 24 heures , & l'autre seulement en 30 jours , la lune se trouve avoir un mouvement réel d'orient en occident, par rapport aux corps qui sont sur la surface de la terre.

de plus en plus occidentaux ; les deux poles de la sphère magnétique de la terre auront donc un mouvement d'orient en occident. Or de la position de ces poles dépend celle de l'axe de la lune , & de cet axe dépendent tous les autres courans qui forment la sphère magnétique de ce corps.

Le changement des poles entraînera successivement celui des courans qui sortent des différentes latitudes australes pour se porter dans les latitudes boréales correspondantes , & le premier donnera à tous ces courans un mouvement général d'orient & d'occident.

Les mouvemens des deux poles magnétiques ne seront pas égaux ; il est évident que les courans qui traversent la lune & qui sont détournés de leur direction , donneront plus de changement au pole boréal , que n'en donneront au pole austral ces mêmes courans qui traversent la terre , & dans l'intérieur de laquelle ils ne souffrent d'autre changement de direction que celle qui provient de leur entrée dans ce corps. Cette différence de vitesse dans le mouvement des deux poles contribuera encore beaucoup à la variation de la déclinaison des courans.

Il est donc évident par le changement de

ces poles que les courans entrent & sortent toujours en des points de plus en plus occidentaux, & plus occidentaux à leur pole boreal qu'à leur pole austral; toutes les courbes des courans de la sphere magnetique de ce corps changeront de position & se trouveront décliner tantôt à l'est tantôt à l'ouest d'un même méridien de la terre. Voyons quelle peut être la vitesse du mouvement de ces poles.

J'ai dit ci-dessus que la déclinaison de l'aiguille, qui étoit à Paris de 8'' à l'est en 1550, étoit de 1'' en 1660; savoir, 110 ans après 1664 elle étoit de 0° 40' à l'ouest, elle pouvoit donc être nulle vers 1662. En 1670 elle étoit de 0° 30', de même à l'ouest: depuis ce tems elle est toujours restée occidentale, & la déclinaison est augmentée par année de 9 à 10''. L'on jugera mieux de la variation de la déclinaison par la Table suivante, dans laquelle se trouvent les degrés de déclinaison observés à Paris depuis 1550 jusqu'à l'année 1750.

Déclinaison.			Déclinaison.		
Années.	Dég.	Min.	Années.	Dég.	Min.
1550.....	8....	0	1717.....	12....	45
1580.....	11....	30	1718.....	12....	30
1610.....	8....	0	1719.....	12....	30
1640.....	3....	0	1720.....	13....	0
1664.....	0....	40	1721.....	13....	0
1666.....	0....	0	1722.....	13....	0
1670.....	1....	30	1723.....	13....	0
1680.....	2....	40	1724.....	13....	0
1681.....	2....	30	1725.....	13....	15
1683.....	3....	50	1726.....	13....	45
1684.....	4....	10	1727.....	14....	0
1686.....	4....	30	1728.....	14....	0
1692.....	5....	50	1729.....	14....	10
1693.....	6....	20	1730.....	14....	25
1695.....	6....	48	1731.....	14....	45
1696.....	7....	8	1732.....	15....	15
1698.....	7....	40	1733.....	15....	45
1699.....	8....	10	1734.....	15....	45
1700.....	8....	12	1735.....	15....	40
1701.....	8....	25	1736.....	15....	0
1702.....	8....	48	1737.....	14....	45
1703.....	9....	6	1738.....	15....	10
1704.....	9....	20	1739.....	15....	20
1705.....	9....	35	1740.....	15....	45
1706.....	9....	48	1741.....	15....	40
1707.....	10....	10	1742.....	15....	40
1708.....	10....	15	1743.....	25....	10
1709.....	10....	15	1744.....	16....	15
1710.....	10....	50	1745.....	16....	15
1711.....	10....	50	1746.....	16....	15
1712.....	11....	15	1747.....	16....	30
1713.....	11....	12	1748.....	16....	15
1714.....	11....	30	1749.....	16....	30
1715.....	11....	10	1750.....	17....	15
1716.....	12....	20			

Vers l'Est.

Vers l'Ouest.

Vers l'Ouest.

Cette Table est celle qui est rapportée dans l'Encyclopédie , au mot *Aiguille aimantée*. Depuis l'année 1750 jusqu'à cette année 1781 la déclinaison est augmentée de $2^{\circ}, 31', 22''$: elle est aujourd'hui de $19^{\circ}, 56', 22''$.

La déclinaison de l'aiguille n'a donc pas cessé de devenir plus occidentale depuis 1662, & par conséquent le pôle boréal magnétique est devenu de plus en plus occidental ; ce pôle est aujourd'hui situé sur le 265^{d} de longitude , & à 17° du pôle arctique. Vers 1662 il étoit plus à l'orient , & à peu-près sur le 270^{d} de longitude.

Suivant la quantité de la déclinaison qui se trouve à Paris de 9 à 10' plus occidentale par année , l'on peut croire que le pôle boréal s'est avancé vers l'occident d'une égale quantité par année , depuis 1662, qui est la seule époque que nous ayons d'observations suivies en ce genre. Ce pôle parcourt donc un degré du cercle de sa longitude vers l'occident en 6 ans , ce qui donne sa révolution totale en 2160 ans.

Ce pôle devrait rester ce tems à faire sa révolution si le pôle austral étoit fixe , mais ce dernier pôle se meut aussi vers l'occident , moins vite à la vérité , & son mouvement

peut être environ 8 fois plus lent que celui du pôle boréal. Comme ce dernier pôle avance sur l'autre de 10' par année, il parcourra un degré de longitude non pas en 6 ans, mais en 5 ans, & sa révolution totale sera de 1800 ans, pendant que celle du pôle austral sera de 14400 ans; telle doit être à peu-près la quantité du changement de ces pôles en longitude.

Ces pôles doivent souffrir pareillement des changemens en latitude. Supposons la terre & la lune fixe ou se présentant toujours les mêmes côtés, suivant les Chap. 7 & 8, & ce que j'ai dit ci-dessus, la sphère magnétique commune de ces deux corps feroit un effort continuel pour les faire approcher, & cet effort feroit nul; mais il n'en feroit pas de même des pôles magnétiques de ces corps, ces pôles s'approcheroient mutuellement. Les pôles de la terre s'approcheroient de ceux de la lune, jusqu'à ce qu'ils se trouvassent dans une position moyenne entre la force de la sphère magnétique de la terre & celle de la lune. La position de ces pôles pourroit être telle qu'elle l'est aujourd'hui, si la lune culminoit toujours la mer Pacifique. Ces pôles une fois placés entre la force de la sphère magnétique de la terre & celle de

la sphère de la lune , & dans l'équilibre de ces deux forces , ne changeroient plus de position ; mais en les supposant placés primitivement dans les poles mêmes de rotation de la terre , ils se feroient approchés successivement de leur position actuelle , & ils auroient employé , savoir, le pole boréal environ $17 \times 6 = 102$ ans , en supposant qu'il ait avancé de $10'$ en un an , ou d'un degré en 6 ans : le pole austral auroit donc employé $6 \text{ ans} \times 39 = 234$ ans , dans le cas que les mouvemens des deux poles eussent été égaux ; mais le pole austral a un mouvement huit fois plus lent : il sera donc parvenu au lieu où il est seulement en 1872 ans.

Si nous considérons maintenant ces deux corps avec tous leurs mouvemens de translation & de rotation , l'on verra qu'en supposant que les poles magnétiques de la terre aient été situés primitivement dans les poles de rotation de ce corps , ils doivent s'en être éloignés successivement de part & d'autre par un mouvement composé des deux dont je viens de parler , & ils doivent avoir décrit des spirales , ou ils doivent avoir eu un mouvement spiral d'orient en occident. Mais ces poles étoient-ils primitivement aux mêmes lieux que

les poles de rotation de la terre ? C'est ce que l'on ne peut savoir. De quelque maniere que cela soit, ces poles ne sont venus de part & d'autre dans leur position actuelle que par un mouvement spiral.

Ces poles ne doivent pas s'éloigner beaucoup aujourd'hui des poles de la terre, parce que l'axe magnétique de l'aimant de ce corps est à-peu-près placé au centre commun des forces des sphères magnétiques de la terre & de la lune ; & en effet, cet axe est placé presqu'au tiers du rayon de la terre où se trouve le centre commun d'attraction magnétique de ces deux corps lorsque la lune est au-dessus de la mer Pacifique.

Cependant si la lune agit sur les poles magnétiques pour les éloigner de ceux de la terre lorsqu'elle culmine ce côté-là, & qu'elle tâche de les ramener lorsqu'elle est à l'opposé, comme l'effort est plus grand lorsque la lune est sur la mer Pacifique, puisque les poles magnétiques de la terre sont plus proches de cet astre, la lune dans cette dernière position doit plus contribuer à éloigner ces poles des poles de la terre qu'à les rapprocher dans la première position ; mais les poles magnétiques étant à peu-près placés vers le centre

commun des forces des sphères d'attraction de ces corps , ils doivent en général souffrir des changemens peu considérables & beaucoup moins grands en longitude qu'en latitude.

Outre les deux mouvemens généraux de rotation , de translation de la terre & de la lune , qui changent la position des poles magnétiques de la terre , il y a un grand nombre d'autres mouvemens qui concourent à leur changement général , & qui en produisent de particuliers. Le mouvement en latitude de la lune occasionne des variations dans ces poles : cet astre dans sa latitude australe , agira sur le pole boréal magnétique pour l'éloigner du pole arctique , & pour faire approcher le pole austral du pole antarctique de la terre. Ce sera le contraire lorsque cet astre sera dans sa latitude septentrionale.

En général , tous les différens mouvemens de la lune concourent à déranger les poles de la terre de leur situation ; tous ces mouvemens produisent donc des changemens sur la déclinaison de l'aiguille aimantée. De-là , la déclinaison de l'aiguille aimantée est différente , non pas chaque année seulement , mais chaque jour , chaque minute & chaque seconde. Il

feroit inutile d'entrer dans le détail de toutes les variations particulieres de l'aiguille en déclinaison.

Ces mouvemens produiront aussi des variations dans l'inclinaison de cette aiguille. Le changement des poles magnétiques de la terre entraîne celui de l'axe ; & ce dernier , fait changer les positions de toutes les courbes des courans de sa sphere. Si le pole boréal magnétique s'élève , l'austral restant dans la même position , l'inclinaison de l'aiguille diminuera ; s'il s'abaisse & qu'il s'approche du pole arctique de la terre , cette inclinaison augmentera , & l'on aura des inclinaisons composées des mouvemens des deux poles. Mais en général l'inclinaison de l'aiguille variera beaucoup moins que celle de sa déclinaison , puisque les poles magnétiques souffrent beaucoup plus de changement en longitude qu'en latitude ; ce qui est conforme à l'observation.

Nous pouvons donc conclure que la lune produit sur la sphere magnétique de la terre des changemens réguliers ; elle contient des molécules d'aimant , ou de semblables molécules comme je l'ai dit , autrement , suivant toutes les loix du magnétisme (chap. 6 , 7 & 8) ,

les courans magnétiques de la terre ne souffriroient aucun changement de direction en la traversant ; ils ne souffriroient pas plus de changement dans leurs cours qu'en traversant une masse de plomb , en traversant de l'or , ou tout corps autre que du fer. Les courans magnétiques de la terre, détournés de leur direction dans ces molécules d'aimant , ou molécules semblables , accéléreront leur mouvement dans leur passage , & traverseront la lune , tant par son axe que par les paralleles à cet axe ; ainsi ou ils auront donné à ce corps une sphère magnétique , si elle n'en avoit pas , de même que ces courans donnent une sphère à une barre de fer placée sur l'équateur de la terre , ou ils auront augmenté celle que pouvoit avoir la lune. Cet astre doit donc avoir une sphère de courans magnétiques qui circulent au-dessus de son équateur , & forment une sphère qui ait deux poles magnétiques & un équateur comme la terre.

La sphère magnétique de la terre agit sur celle de la lune comme la sphère de cet astre agit sur celle de la terre , & l'effet seroit le même sur la lune si elle présentait à chaque instant à la terre des points différens de sa surface. Les poles magnétiques auroient sur

cet astre un mouvement dans le même sens que celui de la terre, & ce mouvement seroit à celui des poles magnétiques de la terre en raison inverse des masses attractives de ces corps en supposant leurs rotations égales ; savoir, sur la lune & sur la terre comme 49 : 1. Mais la lune présente toujours le même côté à la terre ; dès-lors, si dans le principe les poles magnétiques de la lune ont été les mêmes que ceux de la rotation de cet astre, ils en auront été éloignés depuis ce tems, & cet éloignement doit être à l'éloignement des poles magnétiques de la terre, de ses poles de rotation, en raison sous-doublée inverse des diametres de ces corps. Or, l'axe des poles magnétiques de ce dernier corps est au $\frac{1}{5}$ environ du rayon de la terre ; l'axe de ceux de la lune peut donc être au tiers du rayon de cet astre du côté de la terre.

Le diamètre de cet astre est de 782 lieues, & son rayon de 391 lieues ; l'axe magnétique de la lune sera donc éloigné de son axe de rotation de 130 lieues, & éloigné de la surface de cet astre du côté de la terre de 241 lieues. L'excentricité de cet axe ne doit plus augmenter depuis le tems que ce même côté
de

de la lune regarde la terre ; ses poles magnétiques doivent avoir été éloignés des poles de rotation de ce corps , de toute la quantité dont la force de la sphère magnétique de la terre a été capable. Ces poles sont donc situés à une assez grande distance des poles arctique & antarctique de la lune & a environ 130 lieues.

La sphère magnétique commune à ces deux corps fait un effort continuel pour les rapprocher , & la force avec laquelle elle agit sur la lune est , avons nous dit , la $\frac{1}{357}$ de la gravitation de cet astre vers la terre ; si les poles magnétiques de cet astre étoient dans les poles mêmes de sa rotation , il est évident que cette force ne faisant qu'augmenter sa gravité vers la terre , elle donneroit seulement le mouvement de son apogée plus grand. Mais cette force est appliquée environ au tiers du rayon de ce corps du côté de la terre ; elle doit donc faire un effort continuel pour retenir ce même côté vers la terre , & il est de plus évident que , si dans le principe la rotation de ce corps n'a pas été bien grande , cette force agissant sans cesse , elle aura retenu peu-à-peu le côté de ce corps ; elle aura ralenti successivement sa

rotation, & l'aura enfin fait coïncider avec son mouvement de translation autour de la terre, si aucune autre cause d'ailleurs n'a contribué à cet effet; de-là ce mouvement de rotation s'est trouvé exactement de $27^j 7^h 43' 5''$, & semblable à celui de translation de ce corps.

Voyons en particulier quels sont les différens mouvemens que l'action de la sphère magnétique de la terre peut produire sur les mouvemens des poles de la lune & dans les librations de cet astre, tant en longitude qu'en latitude. Si l'axe magnétique de la lune étoit exactement parallele à l'axe de rotation de ce corps, & que l'équateur de cet astre fût toujours dans le plan de l'équateur magnétique de la terre, il est évident que les poles magnétiques de la lune resteroient dans leur même position par rapport à ceux de sa rotation, en supposant toutefois que l'axe magnétique de la terre fût de même parallele à son axe de rotation. Les poles magnétiques de la lune & de la terre ne seroient pas attirés plus d'un côté que d'un autre; ils le feroient également, & ils concourroient à une attraction mutuelle.

Mais l'équateur de rotation de la lune n'est

pas dans le plan de l'équateur de la terre ; le premier est incliné au second de 23° , & à l'écliptique de 2° du côté du pôle austral de la terre. L'axe magnétique de la lune supposé parallèle à celui de sa rotation, fera donc incliné de cette même quantité à l'écliptique, & dès-lors il ne fera plus dans la direction des courans magnétiques de la terre ; d'où il résultera, ou que cet axe fera sans cesse sollicité à perdre son parallélisme avec l'axe de rotation, ou qu'il ramènera l'équateur de la lune dans le plan de l'écliptique. Or, depuis le tems que la sphère magnétique de la terre agit sur cet astre, elle devroit avoir ramené l'équateur lunaire dans ce plan, & l'avoir ramené dans cette position, de même qu'elle a fait coïncider le mouvement de rotation de ce corps avec celui de sa translation : donc puisque l'équateur lunaire est toujours incliné à l'écliptique d'environ 2° , l'axe magnétique de la lune ne doit pas être parallèle à l'axe de rotation de cet astre ; mais il doit avoir changé de position pour se placer dans la direction des courans magnétiques de la terre, & il doit être incliné d'environ 2° à l'axe de rotation de la lune, ou de 88° au plan de l'équateur lunaire du côté du pôle auf-

tral A de la terre, comme on le voit en L, fig. 55.

CD est l'équateur de cet astre, F G son axe de rotation, *ab* son axe magnétique incliné en *b* de 88° sur le plan de cet équateur du côté du pôle austral A de la terre. L'axe magnétique *ab* de la terre est supposé parallèle à son axe de rotation AB. Si les mouvemens de rotation & de translation de ces corps s'exécutoient dans le même plan TL, il est évident que l'inclinaison F G de l'axe lunaire de 88° sur le plan de l'écliptique, ou l'inclinaison de son équateur de 2° sur ce plan feroit toujours la même, mais la lune s'éloigne d'environ 5° de part & d'autre de l'écliptique.

Cet astre avançant dans l'hémisphère méridional, son axe magnétique n'est plus dans la direction des courans magnétiques de la terre; dès-lors ces courans tâchent de ramener cet axe, & de le placer dans leur direction. Or, il est évident que si cet astre étoit absolument fixe dans le parallélisme de son axe de rotation, les efforts des courans feroient absolument nuls; mais cet astre est libre, & sa masse seule s'oppose à l'effort des courans magnétiques de la terre: ces courans pourront donc déranger le parallélisme de

l'axe de rotation de ce corps , & diminuer l'inclinaison de son axe lorsque cet astre sera dans l'hémisphère méridional , & l'augmenter au contraire lorsqu'il sera dans l'hémisphère septentrional. Pendant tout ce tems , l'inclinaison de cet axe variera , & elle donnera celle de l'équateur lunaire sur le plan de l'écliptique , tantôt de $1^{\circ} 3'$, tantôt de $1^{\circ} 40'$ ou de $1^{\circ} 50'$.

L'axe magnétique de la lune souffre donc peu de changement dans son parallélisme , & il n'en souffre pas à beaucoup près autant qu'il le devroit si la masse & l'inertie de cet astre n'étoient pas assez considérables pour maîtriser l'effet des courans magnétiques ; mais l'une & l'autre concourent à retenir l'axe de rotation de cet astre à peu-près dans son parallélisme , pendant que les mêmes courans magnétiques de la terre qui traversent la lune pourront déranger la situation des poles magnétiques de cet astre , 1° en latitude lorsque cet astre sera dans l'un ou l'autre hémisphère ; par exemple , la lune étant en M à 5° de latitude méridionale (fig. 55) , les courans de la terre qui font un effort continuel pour approcher le pole magnétique *b* de la lune du pole A' de la terre , trouvant de la résistance dans

l'inertie de cet astre , passeront en des points plus bas comme en *p* : ces courans éloigneront donc le pole magnétique de ce corps de son pole *G* de rotation. L'astre étant dans la latitude septentrionale en *S* , ces courans passeront au contraire en *Q* , & ils rapprocheront les deux poles. A l'égard du pole austral *a* de la lune , cet astre étant en *M* , ce pole s'approchera de son pole *F* , & s'en éloignera dans l'hémisphère septentrional *N* ; d'où il résultera que la lune allant d'une latitude à l'autre , ses deux poles magnétiques changeront de position sur la surface de ce corps , & reviendront à peu-près aux mêmes lieux après un certain nombre de révolutions ; pendant ce tems , la lune souffrira des variations & des oscillations qu'il sera presque impossible de calculer.

2°. Les poles magnétiques de la lune souffrent aussi quelques changemens en longitude. Supposons que cet astre fût sa révolution dans un cercle autour de la terre , & que sa rotation fût parfaitement égale à son mouvement de translation , le plan de l'équateur magnétique de la terre passant de plus par le centre de la lune , pendant que l'axe de rotation de cet astre conserveroit sa même déclinaison ,

les poles magnétiques de la lune ne souffriroient aucun changement en longitude. Or, il s'en faut que les mouvemens de ces corps soient tels que je viens de le dire : l'axe magnétique de la terre change continuellement de position par rapport à celui de la lune, & le plan de l'équateur magnétique de la terre ne se trouve passer qu'une seule fois dans un mois par le centre de la lune ; les différentes situations de l'axe de la terre donneront donc aux poles magnétiques de la lune des mouvemens tantôt avancés, tantôt rétrogrades, & ils reviendroient aux mêmes lieux après un certain nombre de révolutions, si les poles magnétiques de la terre ne changeoient pas eux-mêmes de situation. Mais l'on a vu à combien de variations étoient exposés les poles magnétiques de la terre par l'action de la sphère magnétique de la lune : les poles magnétiques de la lune doivent donc souffrir beaucoup de variations, tant en longitude qu'en latitude, mais des variations qui seront peu considérables ; car les mouvemens de ces poles dépendent en général de la régularité du mouvement de rotation de cet astre, mouvement qui est conforme à celui de sa translation. Or, ce mouvement de rotation n'est régulier que par

l'action de la sphère magnétique de la terre, & d'un autre côté cet astre ne conserve cette régularité de mouvement que par sa masse; l'une & l'autre cause concourent donc à conserver à peu-près dans la même position les poles magnétiques de la lune & la régularité du mouvement de rotation de cet astre: en général, l'effet de la sphère magnétique de la terre sur la lune, est maîtrisé par la masse & par l'inertie de ce corps.

Cependant il pourroit se faire que par un grand laps de tems les poles magnétiques de cet astre souffrissent quelques changemens en longitude, du côté de l'orient de ce corps, par l'effet de son mouvement de translation d'orient en occident. Le centre du disque de la lune qui, dans les premiers tems répondoit à la terre lorsque cet astre étoit dans son apogée & dans le plan de l'écliptique, ne répondroit peut-être plus aujourd'hui au même point de la sphère de la terre: ce point pourroit être plus oriental sur le disque lunaire. Les observations n'ont encore rien déterminé à ce sujet; à la vérité, l'on n'a aucune observation ancienne sur laquelle on puisse compter à cet égard, & l'on regarde toujours le mouvement de rotation de cet astre par-

faitement semblable à celui de sa translation ; savoir , de $27^j 7^h 43' 3''$; peut-être dans la suite les observations nous donneront-elles quelque différence.

L'on me demandera peut-être pourquoi la sphère magnétique de la lune , ou la sphère magnétique commune de la lune & de la terre , qui a fait coïncider le mouvement de rotation de cet astre avec son mouvement de translation , n'a pas fait coïncider de même celui de la terre sur elle-même avec le mouvement de translation de la lune , ou pourquoi la terre ne circule pas sur elle-même comme la lune en $27^j 7^h 43' 3''$.

Les actions des sphères magnétiques de ces deux corps l'un sur l'autre , sont en raison directe des masses magnétiques de ces corps (chap. 7) ; l'effet de leurs attractions magnétiques sera donc en raison directe de ces masses , & par conséquent la force magnétique de la terre pour troubler les mouvemens de la lune , sera à celle de la lune qui agit sur la terre :: 49 : 1 comme je l'ai dit ci-dessus : mais l'effet de ces deux actions est de plus en raison des masses de ces corps. L'action magnétique de la lune sur la terre pour troubler le mouvement de ce corps , est donc à celle de la

terre sur la lune comme $49 \times 49 = 1401 : 1$; l'effet de la sphère de la terre est ainsi 1401 fois plus grande que celui de la sphère de la lune sur la terre. De plus , les changemens que ces deux corps peuvent souffrir dans leur rotation , sont en raison inverse de leurs vitesses de rotation : or le mouvement de rotation de la terre est 30 fois plus prompt que celui de la lune ; il opposera donc une résistance 30 fois plus grande que ce dernier corps à la coïncidence de son mouvement de rotation avec celui de translation de la lune , ce qui donnera le rapport des actions de ces deux corps pour changer leur mouvement de rotation sur la terre & sur la lune comme $1 : 1401 \times 30 = 1 : 42030$; enfin si l'on fait attention que la force qui ramène la lune dans la régularité de sa rotation est appliquée au tiers de son rayon , pendant que celle de la lune sur la terre n'est appliquée qu'au cinquième du rayon de cette planète , l'on aura la quantité du dérangement que la lune peut produire sur la terre à celle que la terre produit effectivement sur la lune comme $1 : 42030 \times \frac{5}{3} = 1 : 70050$. L'effet de la lune sur la terre n'est donc qu'un $\frac{1}{70050}$ de celui que la terre produit sur

la lune ; on peut le regarder comme nul pour déranger les poles de rotation de la terre , & changer les mouvemens de ce corps. L'effet de la sphère magnétique de la lune ne sera sensible que sur les poles magnétiques de la terre : cet astre ne pouvant déranger ni la rotation de ce corps , ni la situation de son axe de rotation , ce seront les poles magnétiques de la terre qui changeront , comme je l'ai expliqué plus haut.

L'action de la sphère de la terre produit sur la lune une augmentation d'un $\frac{1}{357}$ de sa gravité : celle de cet astre sur la terre , produira donc vers elle une augmentation de gravité qui sera la $\frac{1}{357 \times 49} = \frac{1}{17493}$ de celle de la terre vers cet astre. Cette force sera donc presque insensible sur le mouvement général de la terre par rapport à la lune.



C H A P I T R E X.*Des Sphères magnétiques des autres Corps célestes.*

IL n'est pas aussi facile de prouver l'existence de ces sphères que celle des sphères de la terre & de la lune. Si les sphères de ces corps célestes comme de jupiter, de saturne & du soleil s'étendent jusqu'à la terre, comment distinguer leur action d'avec celle de la sphère magnétique de la lune sur notre globe? Nous voyons à la vérité l'aiguille aimantée sujette à beaucoup de variations, mais la sphère de la lune ne peut-elle pas les produire toutes d'après ce que je viens de dire? La seule manière de prouver l'existence des sphères magnétiques de jupiter & de saturne, ce seroit de chercher par le calcul si les gravités particulières des satellites de ces corps ne seroient pas plus grandes qu'elles ne le devroient être par une simple gravitation en raison doublée inverse de leur distance au centre de leurs planètes; si cela étoit, il y

auroit des attractions magnétiques entre les fatellites & ces planètes comme entre la lune & la terre.

M. Clairaut, dans ses recherches sur la cause du mouvement de l'apogée de la lune ayant admis une loi de gravitation $= xx \frac{1}{357}$, comme je l'ai dit ci-dessus, voulut voir si la même loi d'attraction n'existoit pas entre les fatellites de jupiter & ce corps. Il trouva en effet que la gravitation des fatellites étoit plus grande qu'elle ne devoit être par la raison simple doublée inverse de la distance ; mais ayant abandonné son hypothèse de gravitation, il nous priva de ses recherches sur des objections trop foibles. Il prit d'autres élémens pour la solution de ces problèmes ; mais comme il ne s'étoit nullement trompé dans ses recherches sur la plus grande gravitation de la lune, comme on vient de le voir, il avoit pareillement trouvé la quantité dont la gravité des fatellites de jupiter étoit augmentée : il est fâcheux que nous soyons privés de ses calculs.

Si nous jugeons de l'existence de ces sphères par analogie d'après les deux Chapitres précédens, dans lesquels on a vu que la terre,

qui est une planète , avoit une sphère magnétique de même que la lune qui est un satellite. Pourquoi jupiter & saturne , qui sont des planètes , n'en auroient-ils pas de semblables ? Seroit-il étonnant que ces corps fussent composés de même matière que la terre ? Ces corps gravitent vers le soleil comme notre globe ; ils sont soumis les uns & les autres aux mêmes loix de gravitation & de mouvement : pourquoi les dirions-nous différens ? Pourquoi aussi leurs satellites seroient-ils différens de la lune qui circule autour de nous ? Pourquoi enfin ces corps ne contiendroient-ils pas des particules de fer , des particules d'aimant , ou des particules semblables qui donnassent à ces corps des sphères magnétiques ?

L'existence des sphères magnétiques de ces corps ne doit donc pas nous paroître chimérique , & elle ne doit pas nous paroître plus surprenante que celle de la sphère magnétique de la terre. Ces corps doivent contenir dans leur intérieur , & comme réuni à leur centre , une grande quantité de parties d'aimant ou de particules de fer. Il y aura des courans magnétiques qui traverseront ces corps parallèlement à leur axe de rotation ou

à peu-près , & ces courans formeront à ces corps des sphères magnétiques semblables à celle des corps de la fig. 48 , & semblables à celle de la terre.

Il est très à présumer que la quantité des matieres d'aimant réunie au centre de chacun de ces corps , est proportionnelle à leur masse , & qu'elle est proportionnelle à celle qui est au centre de l'intérieur de la terre , c'est-à-dire , que la quantité de parties d'aimant que contiennent ces corps est à peu-près à leurs masses , comme la quantité de matiere semblable réunie au centre de la terre est à la masse de ce corps. Or , l'on a vu , Chap. 8 , que le rayon de l'aimant de la terre étoit à peu-près les $\frac{11}{20}$ de celui de ce corps ; les rayons des autres corps peuvent donc être de même les $\frac{11}{20}$ des leurs.

Suivant le même Chapitre , l'étendue des sphères de ces corps sera proportionnelle aux rayons de leur aimant , & elle sera en raison directe de ces rayons , ou à peu-près en raison des diamètres de ces corps ; & par le Chap. 7 , l'on aura la densité des courans de chacune de ces sphères dans leur équateur magnétique

en raison triplée inverse de la distance au centre de chacun de ces corps, & l'attraction fera en raison quadruplée inverse de la distance par rapport aux courbes de leurs courans magnétiques; dans l'axe magnétique de ces sphères, l'attraction fera en raison de $xx \frac{x}{2}$; savoir, en raison doublée inverse de la distance multipliée par la moitié de cette distance. Si les corps attirés dans l'équateur de ces sphères ont une certaine étendue, alors l'attraction des poles se réunissant à celle de l'équateur magnétique, ces corps seront attirés par une force qui fera à peu-près en raison triplée inverse de la distance au centre du corps vers lequel ils se portent, Chap. 7.

Si jupiter & saturne & leurs satellites ont chacun des sphères magnétiques, ne doit-on pas aussi en reconnoître une au soleil? Ce corps à la vérité paroît être d'une nature différente de celle de ces astres: il éclaire par lui-même, il brûle, il consume les corps d'ici bas par ses rayons: il ne paroît avoir des propriétés communes avec les planètes que celle de faire graviter d'autres corps vers lui; ce qui annonce dans son intérieur une matiere attractive semblable à celle de ces corps,

semblable

semblable à celle des planètes. Ce corps peut donc être composé intérieurement de même matière que ces planètes ; il peut contenir dans son intérieur , & réunir à son centre des particules d'aimant semblables à celles des autres corps ; des courans magnétiques peuvent les traverser , s'accélérer dans les cavités de ces particules , & former à ce corps immense une sphère magnétique : l'on verra par la suite que l'existence d'une pareille sphère n'est pas aussi chimérique qu'on peut le penser au premier instant.

Le diamètre de l'aimant de ce corps peut être comme celui de la terre , les $\frac{11}{20}$ du diamètre entier de cet astre , les courans de sa sphère auront la même densité autour de ce corps qu'autour de la terre , & de chaque autre corps céleste , l'attraction magnétique fera dans l'équateur de cette sphère en raison quadruplée inverse de la distance , dans l'axe de cette sphère en raison de $xx \frac{x}{2}$, & pour des corps magnétiques dont l'axe seroit d'une certaine étendue , leur attraction seroit dans l'équateur de cette sphère à peu-près en raison triplée inverse de la distance.

Jupiter & saturne , le soleil & la lune , peuvent donc avoir chacun des sphères magnétiques comme la terre. Mercure , vénus & mars , sont des planètes : pourquoi ces corps n'auroient-ils pas de semblables sphères ? ils nous font voir les mêmes loix de gravitation que jupiter , saturne & la terre ; ne feroient-ils pas composés de même matière , ou de matières semblables ? Ne contiendroient-ils pas des parties d'aimant qui leur donneroient à chacun des propriétés magnétiques semblables à celles de la lune & de la terre ? Tous les corps de notre système solaire , auroient donc des sphères magnétiques , & comme les masses de leurs aimans feroient d'ailleurs proportionnelles aux masses de leur total , & à peu près dans le même rapport que la masse de l'aimant terrestre à la masse de notre globe , les diamètres de ces aimans doivent être approchant les $\frac{11}{20}$ de leur diamètre total , Chap 8.

Or l'on fait , tant par les observations que par les loix de la gravitation , que les diamètres du soleil , de mercure , vénus , la terre , mars , jupiter & saturne sont comme
112,79. 0,41176. 0,97196. 1,000 0,67049.

11,393. 10,100. ce qui donne les diamètres de ces corps en lieues, celui de la terre étant de 2865 lieues de 2283 toises, suivant M. de la Lande, de 323155. 1180. 2785. 2865. 1921. 32644. 28936 lieues.

Les diamètres des aimans de ces corps seront donc respectivement de 177,735. 649. 1531. 1575. 1056. 17954. 15914. ce qui donnera les masses d'aimant de ces corps & leurs surfaces, & l'on aura le nombre des courans magnétiques qui composent leurs sphères, en multipliant le nombre de ceux qui composent la sphère magnétique de la terre, savoir, 1, 216, 720, 030, 958, 158, 443, 566, 256, 875, 008. pour le soleil, par le cube de 112, pour jupiter par 11^3 , & pour saturne par 10^3 . L'on aura le diamètre des aimans de mercure, vénus & de mars, en divisant ce même nombre par le rapport de leur diamètre avec celui de la terre.

La densité des sphères magnétiques de ces corps, diminue en raison triplée inverse des distances aux centres respectifs de chacun de ces corps.

Quant à l'étendue des sphères de ces corps, j'ai dit, Chap. 8, que l'étendue des sphères

magnétiques des aimans sphériques, fig. 48 & 49, étoit à peu-près en raison inverse des diamètres de ces corps, & nous avons trouvé, Chap. 9, que la sphère magnétique de la terre, dont l'action parvient jusqu'à la lune, s'étend, Chap. 8, jusqu'à environ 50 diamètres de l'aimant terrestre, ou à 100 rayons de son aimant, & elle peut s'étendre encore au-delà. L'étendue de cette sphère est donc au moins de 86924 lieues, & l'on aura par conséquent celles des autres corps en raison directe de leurs diamètres à celui de la terre, & en lieues pour le soleil, mercure, vénus, la terre, mars, jupiter, saturne de 9664,650. 35400. 83650. 86924. 57600. 988450. 868050.

Mercure, la planette qui est la plus proche du soleil, en est à 15,391,900 lieues; il s'en faut donc de beaucoup que la sphère magnétique de cet astre n'agisse sur les planettes.

Jupiter & saturne, dans leurs conjonctions, sont distans de 152,854,470 lieues; les sphères magnétiques de ces deux corps ne pourront donc pas agir l'une sur l'autre, mais il n'en fera pas de même à l'égard de leurs atellites.

Suivant M. de Cassini, les distances des
satellites de jupiter à ce corps sont en lieues
pour le 1^{er} 2 3 4 satellit.
de 77355. 140385. 220605. 397370. lieues.
Or l'étendue de la sphère magnétique de ju-
piter est de 988450 lieues : tous les satellites
de cet astre sont donc dans l'étendue de cette
sphère. Le plus éloigné circule seulement à
la moitié environ du rayon de cette sphère.
Le plus proche circule à la distance de ju-
piter d'environ deux diamètres & demi de
cet astre, ou de cinq de ses demi-diamètres.
Dès-lors l'attraction polaire doit agir entre
cette planète & son satellite ; cette attraction
sera en raison de $\frac{2}{3} x$. Mais les masses attrac-
tives magnétiques de ces corps sont en gé-
néral en raison doublée des diamètres de
leurs aimans multipliée par la moitié de ce
diamètre. L'on aura donc l'attraction magné-
tique du premier satellite vers jupiter à l'at-
traction magnétique de la lune vers la terre
(en faisant la masse magnétique de jupiter
= 605, & celle de la terre = 1), comme
 $132 \times 605 = 664860$ à 1 ; mais la force
centripète de ce satellite vers jupiter, ou sa
pesanteur vers cette planète, est 48960 fois

plus grande que celle de la lune vers la terre, & l'attraction magnétique de la terre sur la lune n'est que la $\frac{1}{357}$ partie de la gravité de cet astre. L'attraction magnétique de jupiter sur son premier fatellite ne fera donc que la $\frac{664860}{48960 \times 357} = \frac{1}{26}$ de la gravité de ce fatellite vers cet astre; le mouvement de son apogée doit donc être beaucoup moins lent que celui de l'apogée de la lune.

A l'égard des autres fatellites, l'attraction magnétique de jupiter sur ces corps étant à peu-près comme $x \propto \frac{2}{3} x$, l'on aura la quantité de cette attraction magnétique à leur pesanteur respective vers cet astre, comme $\frac{1}{45}$ pour le second fatellite, & $\frac{1}{70}$ pour le troisieme & le quatrieme. La gravité de ces corps vers jupiter sera augmentée de cette même quantité, & le mouvement de leur apogée sera moins lent en cette même raison.

Si l'on veut ensuite considérer les effets particuliers des attractions magnétiques de chaque fatellite par rapport à jupiter, & leur attraction mutuelle avec cet astre, l'on verra bientôt qu'il doit en résulter de grands chan-

gemens dans les situations des poles magnétiques de ces corps ; le pole austral de chaque fatellite répond au pole boréal de jupiter , & son pole boréal au pole austral de cet astre , ou si l'on veut le pole de sortie de l'un répond au pole d'entrée de l'autre. Chaque fatellite fera d'abord exposé aux mêmes phénomènes magnétiques que la lune à l'égard de la terre , Chap. 9. Mais chaque fatellite a une sphère magnétique dont l'étendue peut être environ de 100 des rayons de ce corps ; dans les conjonctions de tous ces fatellites , ces corps se trouveront donc mutuellement dans leurs sphères magnétiques , & les attractions magnétiques qui en résulteront occasionneront de grands changemens dans les poles magnétiques de ces corps ; il feroit trop long de les parcourir.

Saturne & ses fatellites sont exposés à des attractions magnétiques semblables. La masse attractive de saturne est à peu-près à celle de la terre comme 500 à 1. Or, les distances des cinq fatellites de saturne à cet astre sont de 23 , 32 , 41 , 101 , 296 diamètres de la terre. La force centrale de saturne , est à celle de la terre comme 106 à 1 ; la quantité de l'attraction magnétique du

premier fatellite vers saturne sera donc à celle de la lune vers la terre comme 980000 à 1, & elle sera à la pesanteur de ce premier fatellite vers saturne comme 1 à 7.

La quantité de l'attraction magnétique du second fatellite sera un $\frac{1}{10}$ de celle de sa pe-

santeur vers saturne, celle du 3^e $\frac{1}{12}$ de sa propre

pesanteur, celle du 4^e $\frac{1}{21}$ & du 5^e $\frac{1}{42}$ en supposant

toutefois que la masse attractive magnétique de saturne soit à celle de la terre comme 500 à 1, pendant que sa masse d'attraction de gravité n'est à celle de la terre que comme 106 à 1; l'on verra que la masse de l'aimant de ce corps n'est guere différente de celle de sa masse attractive de gravité, de même que celle de jupiter: dès-lors, la quantité de l'attraction magnétique seroit bien moindre. En supposant la masse magnétique proportionnelle à la masse de force centrale, cette quantité d'attraction seroit à la pesanteur de chaque fatellite pour le 1^{er}, 2^d, &c. comme $\frac{1}{35}$, $\frac{1}{50}$,

$\frac{1}{60}$, $\frac{1}{105}$, $\frac{1}{210}$, & pour les quatre fatellites de

jupiter de $\frac{1}{46}$, $\frac{1}{85}$, $\frac{1}{28}$, $\frac{1}{120}$.

A peine connoit-on les principales irrégularités des mouvemens des fatellites de ces corps, & l'on est bien éloigné de savoir quelle est la quantité des mouvemens de leur apogée : on ne peut donc donner que des à peu-près pour leurs attractions magnétiques. L'on voit seulement par-là que ces corps doivent souffrir beaucoup d'irrégularités dans leurs mouvemens par leur attraction mutuelle magnétique, & beaucoup plus encore si l'anneau de saturne est un anneau magnétique.

Cet anneau est composé certainement de matieres semblables à celles de saturne & de ses fatellites ; il gravite vers saturne comme ces fatellites ; ses parties mêmes gravitent vers son propre centre : ce corps ne pourroit-il pas contenir dans son intérieur des parties d'aimant ; savoir, des parties semblables à des molécules de fer ? Tout l'intérieur de sa circonférence pourroit être composé de semblables particules ; dès-lors ce corps auroit des sphères magnétiques pareilles à celles des anneaux des fig. 45 & 46. Il auroit ou deux ou trois sphères magnétiques ; mais je pense plutôt qu'il en auroit trois par rapport à la grandeur de cet anneau, & à la grosseur de saturne qui en occupe le centre. La largeur

de cet anneau est à peu-près le tiers du diamètre de saturne ; son diamètre total est à celui du globe comme 7 à 3 : il pourra donc se former aisément autour de lui plusieurs sphères magnétiques , & des sphères d'une très-grande étendue , & qui s'étendront au-delà des orbites des satellites ; ces sphères contribueront beaucoup au changement de position des poles magnétiques de ces satellites ; ces satellites de leur côté , ainsi que saturne , produiront également des changemens dans les poles des sphères magnétiques de l'anneau. Je ne finirois pas si je voulois entreprendre la description des changemens des sphères de ces différens corps : l'on peut voir , par le Chapitre 9 , quelles sont les irrégularités que ces sphères peuvent éprouver , tant dans la position de leurs poles que dans la direction de leurs courans magnétiques.

Si les corps de notre système sont ainsi composés , si le soleil a une sphère magnétique , il est plus qu'à présumer que les étoiles fixes sont autant de soleils qui doivent contenir chacun dans leur intérieur un corps magnétique. Les courans magnétiques de ces corps doivent les traverser & circuler

autour d'eux comme autour de la terre : chaque étoile fixe a son système planétaire dans lequel il se trouve des planètes, des satellites, des comètes, & peut-être des satellites de satellites : chacun de ces corps peut donc avoir, comme la terre & la lune, un corps central magnétique : chacun aura une sphère magnétique dont les courans le traverseront parallèlement à son axe, & l'étendue de sa sphère sera proportionnelle à sa masse.

Si les aimans qui occupent une partie de l'intérieur de ces corps, & dont les diamètres sont environ les $\frac{11}{20}$ de leur diamètre total, sont semblables à ceux que nous connoissons sur la surface de la terre ; ils auront été composés de la même manière, c'est-à-dire, que l'eau aura concouru à les former conjointement avec la chaleur ou le feu ; mais comment l'eau aura-t-elle pu entrer dans leur composition au centre de la terre ? Il est plus à présumer qu'ils ont été composés par le feu & par un mouvement très-prompt, & à peu-près de la même manière que nous pouvons concevoir que se forment les pyrites. Les pyrites, celles que l'on nomme mar-

tiales , sont composées de particules de fer & de soufre : le soufre est composé de phlogistique & d'acide vitriolique. J'ai remarqué que les pyrites qui contenoient beaucoup de soufre étoient peu magnétiques , à peine pouvoient-elles faire mouvoir une aiguille aimantée. L'acide vitriolique , dont la pyrite est chargée , pénètre dans les cavités coniques des particules du fer ; il les bouche , & empêche que les courans magnétiques ne puissent les traverser , & ne puissent accélérer leur mouvement dans ces cavités.

J'ai placé une pyrite martiale entre un bon aimant artificiel long de deux pieds & une aiguille aimantée ; l'aiguille a été attirée , mais la pyrite n'a donné aucun signe de vertu magnétique ; il en a été des pyrites arsénicales comme des pyrites sulphureuses martiales.

Il paroît par-là que si l'aimant intérieur de la terre étoit composé de particules de fer auxquelles seroit joint du soufre ou du phlogistique uni à un acide vitriolique ou à des particules arsénicales , ce corps ne pourroit avoir une sphère magnétique ni aussi bonne ni aussi dense que celle que nous lui connoissons sur la surface de la terre.

Nous savons que les meilleurs aimans artificiels sont composés du fer le plus pur qui ne contient que du phlogistique , & dont on augmente la force en le chargeant d'une plus grande quantité de phlogistique ; l'aimant intérieur de la terre , ou la pyrite magnétique de ce corps , ne contient donc vraisemblablement que du phlogistique , ou des particules auxquelles est uni le fluide électrique magnétique , comme on le verra par la suite.

Le fluide magnétique , qui forme des sphères à tous les corps de l'univers comme à la terre , est donc généralement répandu par-tout ; ce fluide est certainement dans un état de pression perpétuelle pour pouvoir entraîner les courans magnétiques de ces sphères , pour entretenir celle de la terre pendant qu'elle parcourt son grand orbite. La parfaite élasticité de ce milieu , dont les élémens semblables à la fig. 23 sont composés de cercles réunis par leurs circonférences , donne à ce fluide la propriété d'établir en un instant son équilibre dans les distances les plus éloignées ; & c'est par cette élasticité que les courans magnétiques sont entretenus dans leur mouvement

comme je l'ai expliqué, Chapitre 7. Cette même élasticité donne à ce fluide la propriété d'être l'agent de la solidité des corps, comme on le verra dans le Chapitre suivant.



Viallon, Jean M.

Philosophie De L'Univers, Ou Théorie Philosophique De La Nature

Bd.: 1

Bruxelles 1782

Phys.g. 493-1/2

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10137972-4

(null)